

ミックスド・シグナル・マイクロコントローラ

特徴

- 低電源電圧範囲 : 1.8 V ~ 3.6 V
- 超低消費電力 :
 - アクティブ・モード : 280 μ A (1 MHz, 2.2 V)
 - スタンバイ・モード : 1.1 μ A
 - オフ・モード (RAM データ保持) : 0.2 μ A
- 5つの消費電力節約モード
- スタンバイ・モードから 6 μ s 以下のウェークアップ
- 16 ビット RISC アーキテクチャ
62.5 ns インストラクション・サイクル・タイム
- 3個又は4個の 16 ビット・シグマ・デルタ A/D コンバータ (差動 PGA 入力付き)
- 16 ビット・タイマ_B (3つのキャプチャ/コンペア・シャドー・レジスタ付き)
- 16 ビット・タイマ_A (3つのキャプチャ/コンペア・レジスタ付き)
- オン・チップ・コンパレータ
- 4つのユニバーサル・シリアル・コミュニケーション・インタフェース (USCI)
 - USCI_{A0}及びUSCI_{A1}
 - オート・ボーレート検出をサポートする強化されたUART
 - IrDAエンコーダ及びデコーダ
 - 同期式SPI
 - USCI_{B0}及びUSCI_{B1}
 - I²C
 - 同期式SPI
- コントラスト制御付き最大 160セグメント LCD ドライバ内蔵
- 32ビット・ハードウェア・マルチプライヤ
- ブラウンアウト検出
- プログラム可能なレベル検出による電源電圧監視/モニタ
- シリアル・オンボード・プログラミング、外部プログラミング電圧不要、セキュリティ・ヒューズによるプログラム可能なコード保護
- ブートストラップ・ローダ
- オン・チップ・エミュレーション・モジュール
- ファミリ製品 :

MSP430F4783 :	48KB + 256Bフラッシュ 2KB RAM 3つのシグマ・デルタ ADC
MSP430F4793 :	60KB + 256Bフラッシュ 2.5KB RAM 3つのシグマ・デルタ ADC
MSP430F4784 :	48KB + 256Bフラッシュ 2KB RAM 4つのシグマ・デルタ ADC
MSP430F4794 :	60KB + 256Bフラッシュ 2.5KB RAM 4つのシグマ・デルタ ADC
- MSP430F47x3及びMSP430F47x4は、100ピン・プラスチックQFPパッケージで供給されます
- モジュールの詳細は、*MSP430x4xx*ファミリ・ユーザーズ・ガイド、資料番号SLAU141 (日本語版)、SLAU056 (英語版) をご参照下さい。

概要

テキサス・インスツルメンツの超低消費電力マイクロコントローラ MSP430 ファミリは、色々なアプリケーションのための異なる種類のペリフェラル・デバイスで構成されています。5つの低消費電力モードを持ったアーキテクチャは、携帯型計測機器アプリケーションのバッテリー寿命を延ばすために最適化されています。デバイスには、パワフルな 16 ビット RISC CPU、16 ビット・レジスタ、及び最大コード効率のためのコンスタント・ジェネレータが搭載されています。デジタル・コントロール・オシレータ (DCO) により、低消費電力モードからアクティブ・モードへのウェークアップが 6 μ s 以内で行われます。

MSP430F47xx シリーズは、3つ又は4つの 16 ビット・シグマ・デルタ A/D コンバータを搭載した単相電力計をターゲットにしたマイクロコントローラ構成になっています。各チャネルは、差動入力ペアとプログラム可能な入力ゲインを持っています。また、2つの 16 ビット・タイマ、3つのユニバーサル・シリアル・コミュニケーション・インタフェース (USCI)、72個の I/O 端子、及びコントラスト制御付き液晶ドライバ (LCD) も内蔵しています。



静電気放電対策

静電気放電はわずかな性能の低下から完全なデバイスの故障に至るまで、様々な損傷を与えます。すべての集積回路は、適切な ESD 保護方法を用いて、取扱いと保存を行うようにして下さい。高精度の集積回路は、損傷に対して敏感であり、極めてわずかなパラメータの変化により、デバイスに規定された仕様に適合しなくなる場合があります。



テキサス・インスツルメンツの半導体製品の供給状況、標準保証、及び重大用途における使用に関しましては、重要なご注意がこのデータ・シートの終わりに掲載されていますので、ご参照下さい。

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本 TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本 TI による和文資料は、あくまでも TI 正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討及びご採用にあたりましては、必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TI 及び日本 TI は、正規英語版にて更新の情報を提供しているにも関わらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

SLAS545B 翻訳版

最新版の英語版資料
<http://focus.ti.com/lit/ds/slas545b/slas545b.pdf>

製品オプション

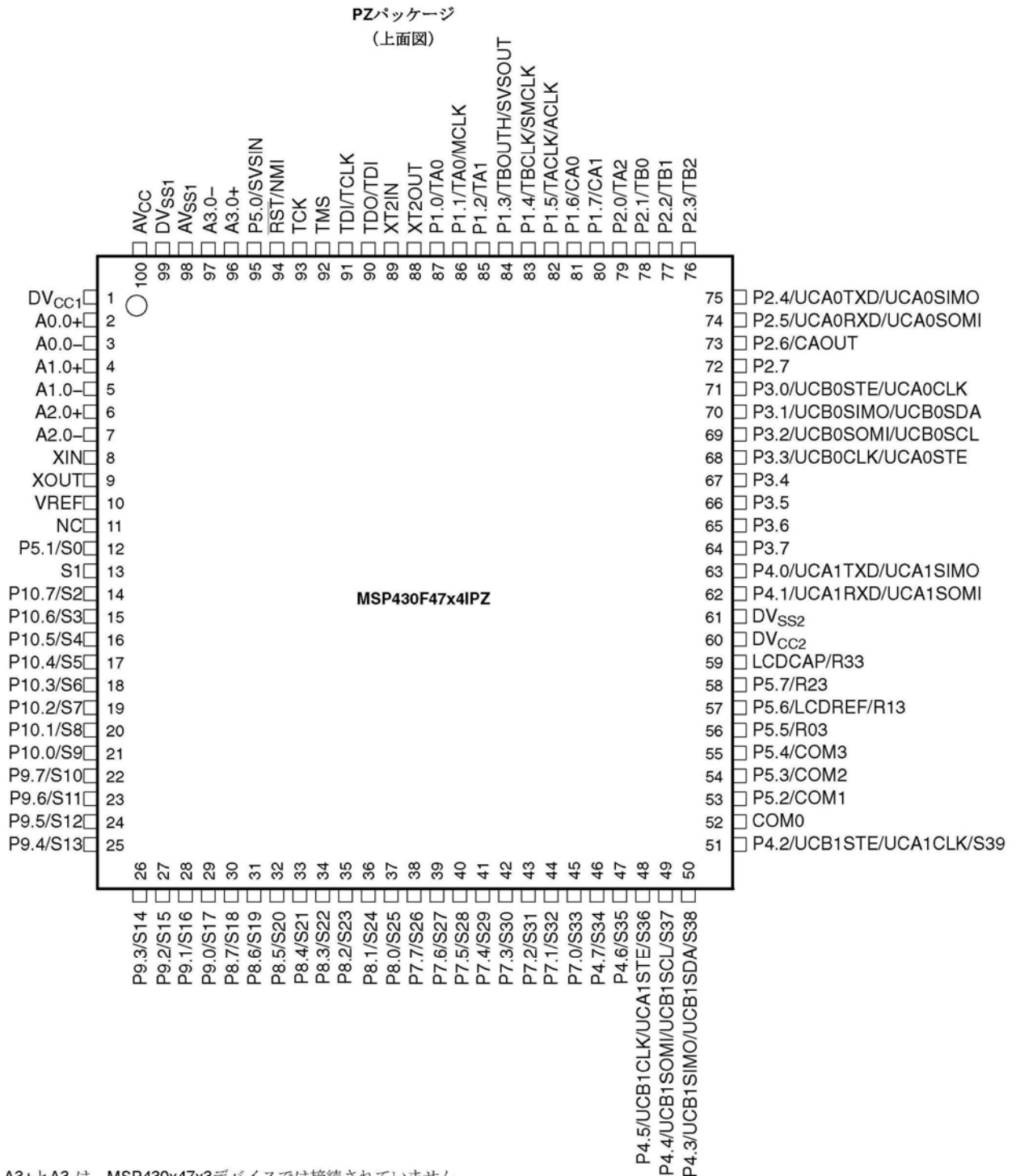
T _A	パッケージ・デバイス
	プラスチック100ピンQFP (PZ)
-40°C～85°C	MSP430F4783IPZ
	MSP430F4793IPZ
	MSP430F4784IPZ
	MSP430F4794IPZ

開発ツール・サポート

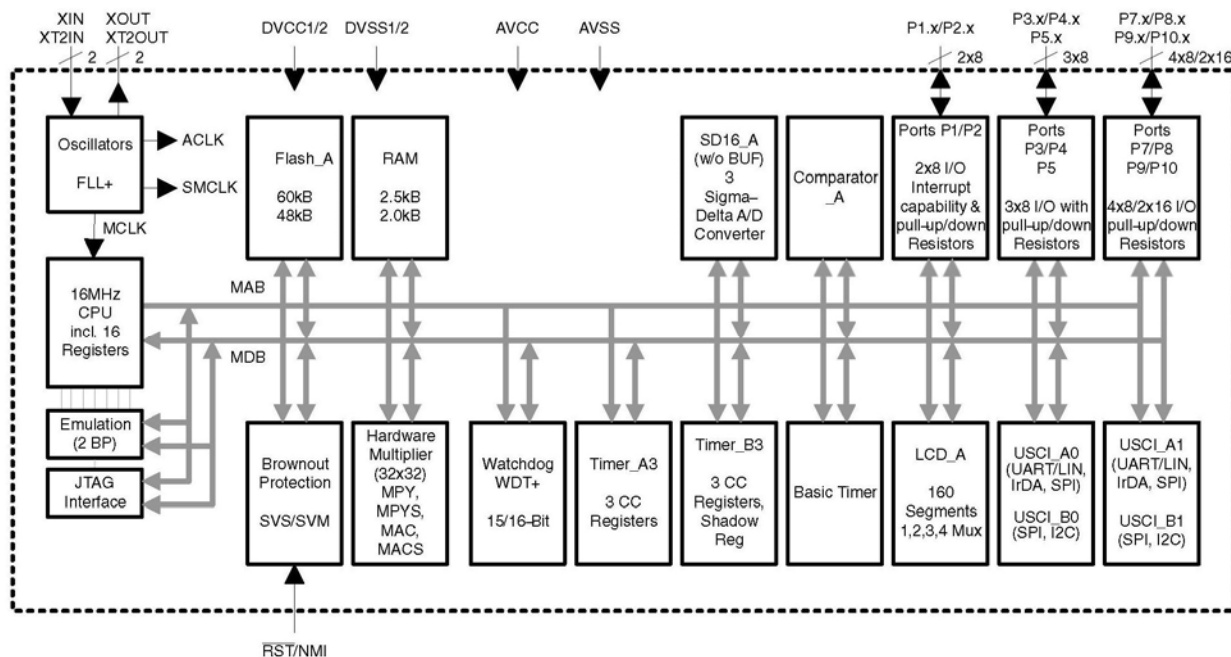
すべての MSP430 マイクロコントローラは、使いやすい開発ツールによる先進的なデバッグ及びプログラミングを可能にする組み込み型エミュレーション・モジュール (EEM) を内蔵しています。推奨ハードウェア・オプションには次のものがあります。

- デバッグ及びプログラミング・インタフェース
 - MSP-FET430UIF (USB)
 - MSP-FET430PIF (パラレル・ポート)
- 対象基板とのデバッグ及びプログラミング・インタフェース
 - MSP-FET430U100
- 量産プログラマ
 - MSP-GANG430

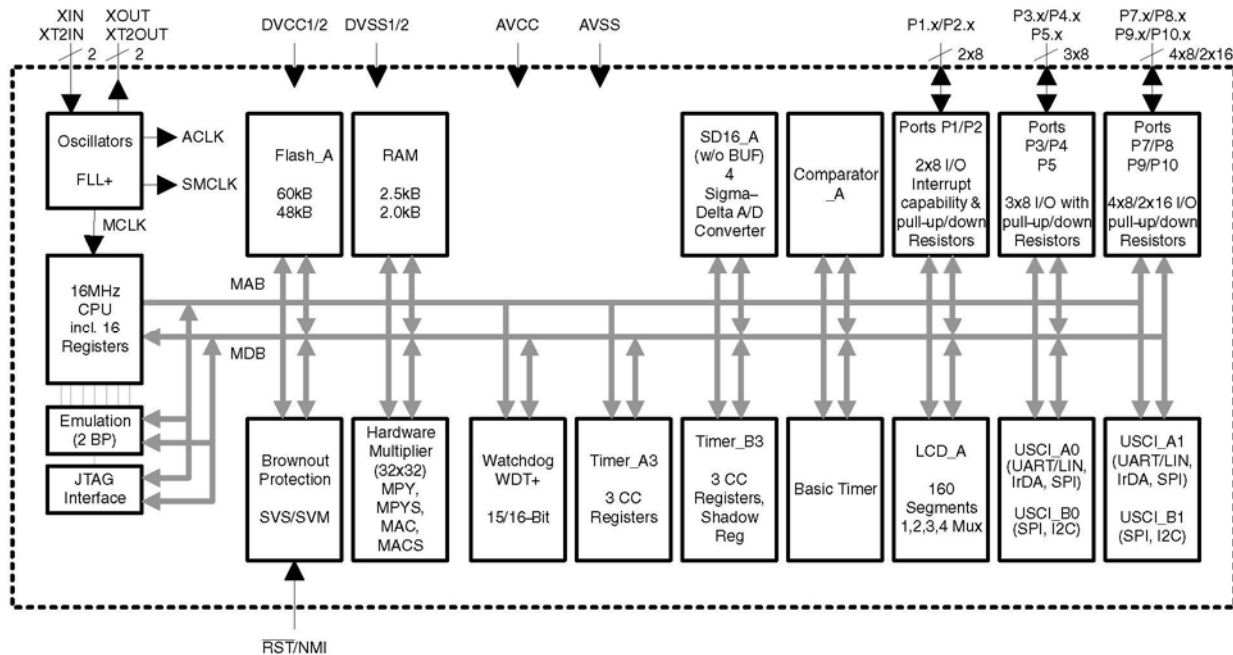
ピン配置、MSP430F47xxIPZ



MSP430F47x3 機能ブロック図



MSP430F47x4 機能ブロック図



端子機能表

端 子		I/O	機 能
名 前	番号		
DV _{CC1}	1		デジタル電源電圧（正端子）
A0.0+	2	I	SD16_A正アナログ入力A0.0（注1参照）
A0.0-	3	I	SD16_A負アナログ入力A0.0（注1参照）
A1.0+	4	I	SD16_A正アナログ入力A1.0（注1参照）
A1.0-	5	I	SD16_A負アナログ入力A1.0（注1参照）
A2.0+	6	I	SD16_A正アナログ入力A2.0（注1参照）
A2.0-	7	I	SD16_A負アナログ入力A2.0（注1参照）
XIN	8	I	クリスタル・オシレータXT1の入力ポート。標準又は時計用クリスタルが接続できます。
XOUT	9	O	クリスタル・オシレータXT1の出力端子
V _{REF}	10	I/O	外部基準電圧のための入力 / 内部基準電圧出力（中間電圧として使用できます。）
NC	11		内部で接続されていません。V _{SS} に接続できます
P5.1/S0	12	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力0
S1	13	O	LCDセグメント出力1
P10.7/S2	14	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力2
P10.6/S3	15	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力3
P10.5/S4	16	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力4
P10.4/S5	17	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力5
P10.3/S6	18	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力6
P10.2/S7	19	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力7
P10.1/S8	20	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力8
P10.0/S9	21	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力9
P9.7/S10	22	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力10
P9.6/S11	23	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力11
P9.5/S12	24	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力12
P9.4/S13	25	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力13
P9.3/S14	26	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力14
P9.2/S15	27	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力15
P9.1/S16	28	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力16
P9.0/S17	29	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力17
P8.7/S18	30	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力18
P8.6/S19	31	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力19
P8.5/S20	32	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力20
P8.4/S21	33	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力21
P8.3/S22	34	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力22
P8.2/S23	35	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力23
P8.1/S24	36	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力24
P8.0/S25	37	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力25
P7.7/S26	38	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力26
P7.6/S27	39	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力27
P7.5/S28	40	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力28
P7.4/S29	41	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力29
P7.3/S30	42	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力30

注1：すべての未使用アナログ入力の接続は、開放にすることを推奨します。

端子機能表 (続き)

端 子		I/O	機 能
名 前	番号		
P7.2/S31	43	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力31
P7.1/S32	44	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力32
P7.0/S33	45	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力33
P4.7/S34	46	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力34
P4.6/S35	47	I/O	汎用デジタルI/O / LCDセグメント出力35
P4.5/ UCB1CLK/UC1STE/ S36	48	I/O	汎用デジタルI/O / USCI_B1クロック入/出力 / USCI_A1スレーブ送信イネーブル / LCDセグメント出力36
P4.4/ UCB1SOMI/UCB1SCL/ S37	49	I/O	汎用デジタルI/O / SPIモードのUSCI_B1スレーブ出力/マスタ入力 / I ² CモードのSCL I ² Cクロック / LCDセグメント出力37
P4.3/ UCB1SIMO/UCB1SDA/ S38	50	I/O	汎用デジタルI/O / SPIモードのUSCI_B1スレーブ入力/マスタ出力 / I ² CモードのSDA I ² Cクロック / LCDセグメント出力38
P4.2/ UCB1STE/UC1CLK/ S39	51	I/O	汎用デジタルI/O / USCI_B1スレーブ送信イネーブル / USCI_A1クロック入/出力 / LCDセグメント出力39
COM0	52	0	COM0~3はLCDバックプレーンのために使用されます。
P5.2/COM1	53	I/O	汎用デジタルI/O / コモン出力、COM0~3はLCDバックプレーンのために使用されます。
P5.3/COM2	54	I/O	汎用デジタルI/O / コモン出力、COM0~3はLCDバックプレーンのために使用されます。
P5.4/COM3	55	I/O	汎用デジタルI/O / コモン出力、COM0~3はLCDバックプレーンのために使用されます。
P5.5/R03	56	I/O	汎用デジタルI/O / 最低アナログLCDレベル(V5)の入力ポート
P5.6/LCDREF/R13	57	I/O	汎用デジタルI/O / 安定化されたLCD電圧のための外部基準電圧入力 / 正側から3番目の アナログLCDレベル(V4又はV3)の入力ポート
P5.7/R23	58	I/O	汎用デジタルI/O / 正側から2番目のアナログLCDレベル(V2)の入力ポート
LCDCAP/R33	59	I	LCDコンデンサ接続 / 最も正側のアナログLCDレベル(V1)の入/出力ポート
DV _{CC2}	60		デジタル電源の正端子
DV _{SS2}	61		デジタル電源の負端子
P4.1/ UCA1RXD/UC1SOMI	62	I/O	汎用デジタルI/O / UARTモードのUSCI_A1受信データ入力、SPIモードのスレーブ出力/マスタ入力
P4.0/ UCA1TXD/UC1SIMO	63	I/O	汎用デジタルI/O / UARTモードのUSCI_A1送信データ出力、SPIモードのスレーブ入力/マスタ出力
P3.7	64	I/O	汎用デジタルI/O
P3.6	65	I/O	汎用デジタルI/O
P3.5	66	I/O	汎用デジタルI/O
P3.4	67	I/O	汎用デジタルI/O
P3.3/ UCB0CLK/UC1STE	68	I/O	汎用デジタルI/O USCI_B0クロック入/出力 / USCI_A0スレーブ送信イネーブル
P3.2/ UCB0SOMI/UCB0SCL	69	I/O	汎用デジタルI/O SPIモードのUSCI_B0スレーブ出力/マスタ入力、I ² CモードのSCL I ² Cクロック
P3.1/ UCB0SIMO/UCB0SDA	70	I/O	汎用デジタルI/O SPIモードのUSCI_B0スレーブ入力/マスタ出力、I ² CモードのSDA I ² Cデータ
P3.0/ UCB0STE/UC1CLK	71	I/O	汎用デジタルI/O USCI_B0スレーブ送信イネーブル / USCI_A0クロック入/出力
P2.7	72	I/O	汎用デジタルI/O
P2.6/CAOUT	73	I/O	汎用デジタルI/O / コンパレータ_A出力

端子機能表 (続き)

端 子		I/O	機 能
名 前	番号		
P2.5/ UCA0RXD/UCA0SOMI	74	I/O	汎用デジタルI/O / UARTモードのUSCI_A0受信データ入力、SPIモードのスレーブ出力／マスタ入力
P2.4/ UCA0TXD/UCA0SIMO	75	I/O	汎用デジタルI/O / UARTモードのUSCI_A0送信データ出力、SPIモードのスレーブ入力／マスタ出力
P2.3/TB2	76	I/O	汎用デジタルI/O / タイマ_B3 CCR2、キャプチャ:CCI2A/CCI2B入力、コンペア:0ut2出力
P2.2/TB1	77	I/O	汎用デジタルI/O / タイマ_B3 CCR1、キャプチャ:CCI1A/CCI1B入力、コンペア:0ut1出力
P2.1/TB0	78	I/O	汎用デジタルI/O / タイマ_B3 CCR0、キャプチャ:CCI0A/CCI0B入力、コンペア:0ut0出力
P2.0/TA2	79	I/O	汎用デジタルI/O / タイマ_A、キャプチャ:CCI2A入力、コンペア:0ut2出力
P1.7/CA1	80	I/O	汎用デジタルI/O / コンパレータ_A入力1
P1.6/CA0	81	I/O	汎用デジタルI/O / コンパレータ_A入力0
P1.5/TACLK/ACLK	82	I/O	汎用デジタルI/O / タイマ_A、クロック信号TACLK入力 / ACLK出力 (1/1、1/2、1/4、又は1/8分周)
P1.4/TBCLK/SMCLK	83	I/O	汎用デジタルI/O / 入力クロックTBCLK - タイマ_B3 / サブメイン・システム・クロックSMCLK出力
P1.3/TBOUTH/ SVSOUT	84	I/O	汎用デジタルI/O / すべてのPWMデジタル出力ポートをハイ・インピーダンスに切り替え-タイマ_B3 TB0~TB2 / SVS:SVSコンパレータの出力
P1.2/TA1	85	I/O	汎用デジタルI/O / タイマ_A、キャプチャ:CCI1A入力、コンペア:0ut1出力
P1.1/TA0/MCLK	86	I/O	汎用デジタルI/O / タイマ_A、キャプチャ:CCI0B入力 / MCLK出力 注:TA0はこの端子上では入力のみです。/BSL受信
P1.0/TA0	87	I/O	汎用デジタルI/O / タイマ_A、キャプチャ:CCI0A入力、コンペア: 0ut0出力 / BSL送信
XT2OUT	88	0	クリスタル・オシレータXT2の出力端子
XT2IN	89	I	クリスタル・オシレータXT2の入力ポート。標準のクリスタルだけを接続することができます。
TD0/TDI	90	I/O	テスト・データ出力ポート。TD0/TDIデータ出力又はプログラミング・データ入力
TDI/TCLK	91	I	テスト・データ入力又はテスト・クロック入力。デバイス保護ヒューズが、TDI/TCLKに接続されています。
TMS	92	I	テスト・モード選択入力。TMSは、デバイス・プログラミング及びテストのための入力ポートとして使用します。
TCK	93	I	テスト・クロック入力。TCKは、デバイス・プログラミング及びテストのためのクロック入力ポートです。
RST/NMI	94	I	リセット入力又はマスク不可能な割り込み入力ポート
P5.0/SVSIN	95	I/O	汎用デジタルI/O / 電源電圧監視回路へのアナログ入力
A3.0+ (MSP430x47x4のみ)	96	I	SD16_A正アナログ入力A3.0(注2) MSP430x47x3デバイスでは接続されていないので、開放接続を推奨します。
A3.0- (MSP430x47x4のみ)	97	I	SD16_A負アナログ入力A3.0(注2) MSP430x47x3デバイスでは接続されていないので、開放接続を推奨します。
AV _{SS}	98		アナログ電源の負端子
DV _{SS1}	99		デジタル電源の負端子
AV _{CC}	100		アナログ電源の正端子。DV _{CC1} /DV _{CC2} より前にパワーアップしてはいけません。

(注2) すべての未使用アナログ入力は、開放接続を推奨します。

概要説明

CPU

MSP430 CPU には、アプリケーションに適した 16 ビット RISC アーキテクチャを搭載しています。プログラム・フロー・インストラクション以外のすべての動作は、ソース・オペランドのための 7 つのアドレッシング・モード及びデスティネーション・オペランドのための 4 つのアドレッシング・モードと共にレジスタ・オペレーションとして実行されます。

CPU は、命令実行時間を短縮する 16 個のレジスタを内蔵しています。レジスタ間のオペレーション実行時間は、CPU クロックの 1 サイクルです。

レジスタの内の 4 個 (R0~R3) は、それぞれプログラム・カウンタ、スタック・ポインタ、ステータス・レジスタ、及びコンスタント・ジェネレータ (定数発生回路) として割り当てられています。残りのレジスタは、汎用レジスタです。

ペリフェラルは、データ、アドレス、及びコントロール・バスを使って CPU に接続され、すべての命令によって取り扱うことができます。

命令セット

命令セットは 3 つのフォーマット及び 7 つのアドレス・モードを持った 51 の命令から成ります。それぞれの命令は、ワード及びバイト・データに基づいて実行することができます。表 1 に命令フォーマットの 3 つのタイプの例を示します。表 2 にアドレス・モードを示します。

プログラム・カウンタ	PC/R0
スタック・ポインタ	SP/R1
ステータス・レジスタ	SR/CG1/R2
コンスタント・ジェネレータ	CG2/R3
汎用レジスタ	R4
汎用レジスタ	R5
汎用レジスタ	R6
汎用レジスタ	R7
汎用レジスタ	R8
汎用レジスタ	R9
汎用レジスタ	R10
汎用レジスタ	R11
汎用レジスタ	R12
汎用レジスタ	R13
汎用レジスタ	R14
汎用レジスタ	R15

表 1. 命令ワード・フォーマット

デュアル・オペランド (ソース-デスティネーション)	例、ADD R4, R5	R4 + R5 → R5
シングル・オペランド (デスティネーションのみ)	例、CALL R8	PC → (TOS), R8 → PC
相対ジャンプ (無条件/条件付き)	例、JNE	Jump-on-equal bit = 0

表 2 アドレス・モード

アドレス・モード	S	D	構文	例	動作
レジスタ	●	●	MOV Rs, Rd	MOV R10, R11	R10 → R11
インデックス	●	●	MOV X(Rn), Y(Rm)	MOV 2(R5), 6(R6)	M(2+R5) → M(6+R6)
シンボリック (PC 対応)	●	●	MOV EDE, TONI		M(EDE) → M(TONI)
絶対	●	●	MOV &MEM, &TCDAT		M(MEM) → M(TCDAT)
間接	●		MOV @Rn, Y(Rm)	MOV @R10, Tab(R6)	M(R10) → M(Tab+R6)
間接 (自動インクリメント)	●		MOV @Rn+, Rm	MOV @R10+, R11	M(R10) → R11 R10 + 2 → R10
即時	●		MOV #X, TONI	MOV #45, TONI	#45 → M(TONI)

(注) S = ソース、D = デスティネーション

動作モード

MSP430 には、1 つのアクティブ・モードと、ソフトウェアで選択可能な 5 つの低消費電力動作モードがあります。割り込みイベントにより、デバイスを 5 つの低消費電力モードのどれからでもウェークアップすることができ、要求に応え、そして、割り込みプログラムから戻るのに伴って低消費電力モードに戻ることができます。

以下の 6 つの動作モードを、ソフトウェアによって構成することができます：

- **アクティブ・モード AM**
 - すべてのクロックはアクティブ
- **低消費電力モード 0 (LPM0)**
 - CPU はディスエーブル
 - ACLK 及び SMCLK はアクティブのまま。
 - MCLK はディスエーブル
 - FLL+ループ制御はアクティブのまま
- **低消費電力モード 1 (LPM1)**
 - CPU はディスエーブル
 - FLL+ループ制御はディスエーブル
 - ACLK 及び SMCLK はアクティブのまま。
 - MCLK はディスエーブル
- **低消費電力モード 2 (LPM2)**
 - CPU はディスエーブル
 - MCLK、FLL+ループ制御、及び DCOCLK はディスエーブル
 - DCO の DC 発生回路はイネーブルのまま
 - ACLK はアクティブのまま
- **低消費電力モード 3 (LPM3)**
 - CPU はディスエーブル
 - MCLK、FLL+ループ制御、及び DCOCLK はディスエーブル
 - DCO の DC 発生回路はディスエーブル
 - ACLK はアクティブのまま
- **低消費電力モード 4 (LPM4)**
 - CPU はディスエーブル
 - ACLK はディスエーブル
 - MCLK、FLL+ループ制御、及び DCOCLK はディスエーブル
 - DCO の DC 発生回路はディスエーブル
 - クリスタル・オシレータは停止

割り込みベクタ・アドレス

割り込みベクタ及びパワーアップの開始アドレスは、アドレス範囲 0FFFFh～0FFE0h に位置します。ベクタは、適切な割り込み処理命令シーケンスの 16 ビット・アドレスを含みます。

もし、リセット・ベクタ（アドレス 0FFFEh に配置）が 0FFFFh を含む（すなわち、フラッシュ・メモリがプログラムされていない）場合、CPU はパワーアップの直後に LPM4 に移行します。

割り込みソース	割り込みフラグ	システム割り込み	ワード・アドレス	優先順位
パワーアップ 外部リセット ウォッチドッグ フラッシュ・キー違反 PC アウト・オブ・レンジ (注 4)	PORIFG RSTIFG WDTIFG KEYV (注 1)	リセット	0FFFEh	15 (最上位)
NMI オシレータ障害 フラッシュ・メモリ・アクセス違反	NMIIFG (注 1, 3) OFIFG (注 1, 3) ACCVIFG (注 1, 3)	マスク可能 (不可能) マスク可能 (不可能) マスク可能 (不可能)	0FFFCCh	14
タイマ_B3	TBCCR0 CCIFG (注 2)	マスク可能	0FFFAh	13
タイマ_B3	TBCCR1～TBCCR2 CCIFG TBIFG (注 1, 2)	マスク可能	0FFF8h	12
コンパレータ_A	CAIFG	マスク可能	0FFF6h	11
ウォッチドッグ・タイマ	WDTIFG	マスク可能	0FFF4h	10
USCI_A0/B0 受信	UCA0RXIFG、UCB0RXIFG (注 1, 5)	マスク可能	0FFF2h	9
USCI_A0/B0 送信	UCA0TXIFG、UCB0TXIFG (注 1, 6)	マスク可能	0FFF0h	8
SD16_A	SD16CCTLx SD16OVIFG SD16CCTLx SD16IFG (注 1, 2)	マスク可能	0FFEEh	7
タイマ_A3	TACCR0 CCIFG (注 2)	マスク可能	0FFECCh	6
タイマ_A3	TACCR1 及び TACCR2 CCIFG TAIFG (注 1, 2)	マスク可能	0FFEAh	5
I/O ポート P1 (8 つのフラグ)	P1IFG. 0～P1IFG. 7 (注 1, 2)	マスク可能	0FFE8h	4
USCI_A1/B1 受信	UCA1RXIFG、UCB1RXIFG (注 1, 2)	マスク可能	0FFE6h	3
USCI_A1/B1 送信	UCA1TXIFG、UCB1TXIFG (注 1, 2)	マスク可能	0FFE4h	2
I/O ポート P2 (8 つのフラグ)	P2IFG. 0～P2IFG. 7 (注 1, 2)	マスク可能	0FFE2h	1
Basic Timer1	BTIFG	マスク可能	0FFE0h	0 (最下位)

(注1) 複数のソース・フラグ

(注2) 割り込みフラグはモジュールの中にあります。

(注3) マスク可能 (不可能) : 個々の割り込みイネーブル・ビットにより、割り込みイベントをディセーブルにすることができます。しかし、汎用割り込みイネーブルでは、それをディセーブルにすることはできません。

(注4) CPUが、モジュールのレジスタ・メモリ・アドレス範囲 (0h～01FFh) から命令をフェッチしようとした場合に、リセットが生成されます。

(注5) SPIモードでは:UCB0RXIFG。I²CモードではレジスタUCB0STATの:UCALIFG, UCNACKIFG, ICSTTIFG, UCSTPIFG。

(注6) UART/SPIモードでは:UCB0TXIFG。I²Cモードでは:UCB0RXIFG, UCB0TXIFG。

(注7) SPIモードでは:UCB1RXIFG。I²CモードではレジスタUCB1STATの:UCALIFG, UCNACKIFG, ICSTTIFG, UCSTPIFG。

(注8) UART/SPIモードでは:UCB1TXIFG。I²Cモードでは:UCB1RXIFG, UCB1TXIFG。

スペシャル・ファンクション・レジスタ

ほとんどの割り込み及びモジュール・イネーブル・ビットは、最も低いアドレス空間に集められています。機能の目的で割り当てられていないスペシャル・ファンクション・レジスタ・ビットは、物理的にデバイスの中に存在しませんので、この配列によってソフトウェアのアクセスが簡単になります。

割り込みイネーブル1、2

Address	7	6	5	4	3	2	1	0
00h			ACCVIE	NMIIE			OFIE	WDTIE
			rw-0	rw-0			rw-0	rw-0

WDTIE ウォッチドッグ・タイマ割り込みイネーブル。ウォッチドッグ・モードが選択された場合はインアクティブとなります。ウォッチドッグ・タイマがインターバル・タイマ・モードとして構成された場合はアクティブとなります。

OFIE オシレータ障害イネーブル

NMIIE マスク可能な（不可能な）割り込みイネーブル

ACCVIE フラッシュ・アクセス違反割り込みイネーブル

Address	7	6	5	4	3	2	1	0
01h	BTIE				UCB0TXIE	UCB0RXIE	UCA0TXIE	UCA0RXIE
	rw-0				rw-0	rw-0	rw-0	rw-0

UCA0RXIE USCI_A0 受信割り込みイネーブル

UCA0TXIE USCI_A0 送信割り込みイネーブル

UCB0RXIE USCI_B0 受信割り込みイネーブル

UCB0TXIE USCI_B0 送信割り込みイネーブル

BTIE Basic Timer1 割り込みイネーブル

割り込みフラグ・レジスタ1、2

Address	7	6	5	4	3	2	1	0
02h				NMIIFG	RSTIFG	PORIFG	OFIFG	WDTIFG
				rw-0	rw-(0)	rw-(1)	rw-1	rw-(0)

- WDTIFG ウォッチドッグ・タイマ・オーバーフロー又はセキュリティ・キー違反でセットされます。
- V_{cc} パワーアップ又はリセット・モードでの $\overline{RST}/\overline{NMI}$ 端子のリセット条件でリセットされます。
- OFIFG オシレータ障害でフラグがセットされます。
- RSTIFG 外部リセット割り込みフラグ。リセット・モードでの $\overline{RST}/\overline{NMI}$ 端子のリセット条件でセットされます。
 V_{cc} パワーアップでリセットされます。
- PORIFG パワー・オン・リセット割り込みフラグ。 V_{cc} パワーアップでセットされます。
- NMIIFG $\overline{RST}/\overline{NMI}$ 端子でセットされます。

Address	7	6	5	4	3	2	1	0
03h	BTIFG				UCB0 TXIFG	UCB0 RXIFG	UCA0 TXIFG	UCA0 RXIFG
	rw-0				rw-1	rw-0	rw-1	rw-0

- UCA0RXIFG USCI_A0 受信割り込みフラグ
- UCA0TXIFG USCI_A0 送信割り込みフラグ
- UCB0RXIFG USCI_B0 受信割り込みフラグ
- UCB0TXIFG USCI_B0 送信割り込みフラグ
- BTIFG Basic Timer1 割り込みフラグ

説明

- rw:** ビットは、読み出し及び書き込みをすることができます。
- rw-0, 1:** ビットは、読み出し及び書き込みをすることができます。PUCによりリセット又はセットされます。
- rw-(0, 1):** ビットは、読み出し及び書き込みをすることができます。PORによりリセット又はセットされます。



デバイスには、SFRビットが存在しません。

メモリ構成

		MSP430F4783/MSP430F4784	MSP430F4793/MSP430F4794
メモリ メイン: 割り込みベクタ メイン: コード・メモリ	サイズ フラッシュ フラッシュ	48 KB 0FFFFh~0FFE0h 0FFFFh~04000h	60 KB 0FFFFh~0FFE0h 0FFFFh~01100h
情報メモリ	サイズ フラッシュ	256 バイト 010FFh~01000h	256 バイト 010FFh~01000h
ブート・メモリ	サイズ ROM	1 KB 0FFFh~0C00h	1 KB 0FFFh~0C00h
RAM	サイズ	2 KB 09FFh~0200h	2.5 KB 0BFFh~0200h
パリティフェラル	16ビット 8ビット 8ビットSFR	01FFh~0100h 0FFh~010h 0Fh~00h	01FFh~0100h 0FFh~010h 0Fh~00h

ブートストラップ・ローダ

BSL により、ユーザーは UART シリアル・インタフェースを使用してフラッシュ・メモリ又は RAM をプログラムすることができます。BSL を経由したデバイス・メモリへのアクセスは、ユーザーによって定義されたパスワードにより保護されています。BSL 及びその実施方法の詳細は、アプリケーション・レポート「MSP430 ブートストラップ・ローダの特徴」*“Features of the MSP430 Bootstrap Loader”* (資料番号 SLAA089) をご参照下さい。

BSL 機能	PZ パッケージ端子
データ送信	87 - P1.0
データ受信	86 - P1.1

フラッシュ・メモリ (フラッシュ)

フラッシュ・メモリは、JTAG ポート、ブートストラップ・ローダ、又は CPU によるイン・システムによりプログラムすることができます。CPU はフラッシュ・メモリに対して、1 バイト及び 1 ワードの書き込みを行うことができます。フラッシュ・メモリは次の特徴を持っています。:

- フラッシュ・メモリは、nセグメントのメイン・メモリ及び4セグメントのそれぞれ64バイトの情報メモリ (A~D) を持っています。メイン・メモリのそれぞれのセグメントのサイズは512バイトです。
- セグメント0~nは1ステップで消去が可能です。あるいは、それぞれのセグメントは個々に消去も可能です。
- セグメントA~Dは、個々に又はセグメント0~nのグループとして消去することができます。セグメントA~Dは、*情報メモリ*とも呼ばれます。
- セグメントAにはキャリブレーション・データが含まれています。リセットの後、セグメントAはプログラミング又は消去に対して保護されています。そのロックは外すことができますが、キャリブレーション・データが必要な場合は、このセグメントを消去しないように注意して下さい。

ペリフェラル

ペリフェラルは、データ、アドレス、及びコントロール・バスを通して CPU に接続され、すべての命令を使って取り扱うことができます。モジュールの詳細は、「MSP430x4xx ファミリー・ユーザーズ・ガイド」をご参照下さい。

デジタル I/O

9 つの 8 ビット I/O ポート内蔵：ポート P1～P5 及び P7～P10

- すべての個々の I/O ビットは、独立してプログラム可能です。
- 入力、出力、及び割り込み条件のどんな組み合わせも可能です。
- ポート P1 及び P2 のすべての 8 ビットは、エッジ選択可能な割り込み入力に設定可能です。
- ポート・コントロール・レジスタへの読み出し／書き込みアクセスは、すべての命令により可能です。
- ポート P7/P8 及び P9/P10 は、それぞれポート PA 及び PB としてワード形式でアクセス可能です。
- 各 I/O は、個々にプログラム可能なプルアップ／プルダウン抵抗を持っています。

オシレータ及びシステム・クロック

MSP430x47xx のクロック・システムは、32768 Hz の時計用クリスタル・オシレータ、内部デジタル制御オシレータ (DCO)、及び 8 MHz 高周波クリスタル・オシレータ (XT1)、プラス 16 MHz 高周波クリスタル・オシレータ (XT2) が利用できる FLL+ モジュールで構成されています。FLL+ クロック・モジュールは、安いシステム・コストと低消費電力の両方の必要条件を満たすように設計されています。FLL+ の特徴として、デジタル周波数ロック・ループ (FLL) ハードウェアが、デジタル・モジュレータと連携して、DCO 周波数を時計用クリスタル周波数のプログラム可能な倍数に安定化させます。内部 DCO は、高速ターン・オン クロック・ソースを提供し、6 μ s 以内に安定します。FLL+ モジュールは次のクロック信号を提供します：

- 補助クロック (ACLK)：32768 Hz の時計用クリスタル又は高周波クリスタルから供給
- メイン・クロック (MCLK)：CPU によって使用されるシステム・クロック
- サブ・メイン・クロック (SMCLK)：ペリフェラル・モジュールによって使用されるサブ・システム・クロック
- ACLK/n：ACLK、ACLK/2、ACLK/4、又は ACLK/8 のバッファ出力

ブラウンアウト、電源電圧監視

ブラウンアウト回路は、パワー・オン及びパワー・オフ時にデバイスに適切な内部リセット信号を供給するために内蔵されています。電源電圧監視 (SVS) 回路は、電源電圧がユーザーが設定したレベル以下に下がったかどうかを検出し、電源電圧の監視（デバイスは自動的にリセットされます）及び電源電圧のモニタ（SVM、デバイスは自動的にリセットされません）の両方を行います。

CPU は、ブラウンアウト回路がデバイス・リセットを指示した後、コード実行を開始します。しかし、その時点では V_{CC} は $V_{CC}(\min)$ に到達していないかもしれません。ユーザーは、 V_{CC} が $V_{CC}(\min)$ に到達するまでは、デフォルトの FLL+ 設定が変わらないようにしなければなりません。もし必要ならば、いつ V_{CC} が $V_{CC}(\min)$ に到達したかを知るために SVS 回路を使用することもできます。

ハードウェア・マルチプライヤ

マルチプライ動作は、専用ペリフェラル・モジュールによって行われます。このモジュールは、32 ビット、24 ビット、16 ビット、及び 8 ビット動作を行います。このモジュールは、符号付き及び符号なしマルチプライ及びアキュムレート動作（積和演算）と同様に符号付き及び符号無しマルチプライ動作（乗算）を行います。

ウォッチドッグ・タイマ (WDT+)

WDT+ モジュールの主な機能は、ソフトウェア障害が起こった後、制御されたシステム再開を行うことです。設定された時間間隔が経過すると、システム・リセットが生成されます。ウォッチドッグ機能が不要なアプリケーションでは、モジュールはインターバル・タイマとして設定することができ、設定された時間間隔で割り込みを発生することができます。

ユニバーサル・シリアル通信インタフェース(USCI_A0、USCI_B0、USCI_A1、USCI_B1)

ユニバーサル・シリアル通信インタフェース(USCI)モジュールは、シリアル・データ通信のために使用されます。USCIモジュールによって、SPI(3 又は 4 ピン)、I2C のような同期通信プロトコル、及び UART、自動ボーレート検出(LIN)の付いた強化された UART、及び IrDA のような非同期通信プロトコルが利用できます。

USCI_A0 及び USCI_A1 によって、SPI(3 又は 4 ピン)、UART、強化された UART、及び IrDA を利用できます。

USCI_B0 及び USCI_B1 によって、SPI(3 又は 4 ピン)及び I2C を利用できます。

タイマ_A3

タイマ_A3 は、3 つのキャプチャ/コンペア・レジスタ付きの 16 ビット・タイマ/カウンタです。タイマ_A3 により、複数のキャプチャ/コンペア、PWM 出力、及びインターバル・タイミングを利用することができます。タイマ_A3 にも、拡張割り込みの機能があります。割り込みは、オーバーフロー状態のカウンタから、及びキャプチャ/コンペア・レジスタのそれぞれから生成されることがあります。

タイマ_A3 信号の接続					
入力端子番号	デバイス入力信号	モジュール入力名	モジュール・ブロック	モジュール出力信号	出力端子番号
82 - P1.5	TACLK	TACLK	タイマ	NA	
	ACLK	ACLK			
	SMCLK	SMCLK			
82 - P1.5	TACLK	INCLK			
87 - P1.0	TA0	CCI0A	CCR0	TA0	87 - P1.0
86 - P1.1	TA0	CCI0B			
	DV _{SS}	GND			
	DV _{CC}	V _{CC}			
85 - P1.2	TA1	CCI1A	CCR1	TA1	85 - P1.2
	CAOUT(内部)	CCI1B			
	DV _{SS}	GND			
	DV _{CC}	V _{CC}			
79 - P2.0	TA2	CCI2A	CCR2	TA2	79 - P2.0
	ACLK(内部)	CCI2B			
	DV _{SS}	GND			
	DV _{CC}	V _{CC}			

タイマ_B3

タイマ_B3 は、3つのキャプチャ/コンペア・レジスタ付きの16ビット・タイマ/カウンタです。タイマ_B3により、複数のキャプチャ/コンペア、PWM出力、及びインターバル・タイミングを利用することができます。タイマ_B3にも、拡張割り込みの機能があります。割り込みは、オーバーフロー状態のカウンタから、及びキャプチャ/コンペア・レジスタのそれぞれから生成されることがあります。

タイマ_B3信号の接続					
入力端子番号	デバイス 入力信号	モジュール 入力名	モジュール・ ブロック	モジュール 出力信号	出力端子番号
83 - P1.4	TBCLK	TBCLK	タイマ	NA	
	ACLK	ACLK			
	SMCLK	SMCLK			
83 - P1.4	TBCLK	INCLK			
78 - P2.1	TB0	CCI0A	CCR0	TB0	78 - P2.1
78 - P2.1	TB0	CCI0B			
	DV _{SS}	GND			
	DV _{CC}	V _{CC}			
77 - P2.2	TB1	CCI1A	CCR1	TB1	77 - P2.2
77 - P2.2	TB1	CCI1B			
	DV _{SS}	GND			
	DV _{CC}	V _{CC}			
76 - P2.3	TB2	CCI2A	CCR2	TB2	76 - P2.3
76 - P2.3	TB2	CCI2B			
	DV _{SS}	GND			
	DV _{CC}	V _{CC}			

コンパレータ_A

コンパレータ_A モジュールの主要な機能は、高精度スロープ A/D 変換、バッテリー電圧監視、及び外部アナログ信号のモニタをサポートすることです。

SD16_A

SD16_A モジュールは、3 つ (MSP430F47x3) 又は 4 つ (MSP430F47x4) の独立した 16 ビット・シグマ・デルタ A/D コンバータを内蔵しています。各チャネルは、完全差動アナログ入力ペアとプログラマブル・ゲイン・アンプ入力段で設計されています。外部アナログ入力に加えて、内部 V_{CC} 検出及び温度センサも使用できます。

Basic Timer1

Basic Timer1 は、16 ビット・タイマ/カウンタを形成するためにカスケード接続できる 2 つの独立した 8 ビット・タイマを持っています。両方のタイマは、ソフトウェアによって読み出し及び書き込みすることができます。Basic Timer1 は、周期的な割り込みと LCD モジュールのクロックを生成するために使用することができます。

LCD_A ドライバ (チャージ・ポンプ・レギュレータ付き)

LCD_A ドライバは、LCD ディスプレイを駆動するのに必要なセグメント及びコモン信号を生成します。LCD_A コントローラは、セグメント・ドライブ情報を保存するための専用データ・メモリを持っています。コモン及びセグメント信号は、モードによって定義されるとおりに生成されます。スタティック、2MUX、3MUX、及び 4MUX LCD がこのペリフェラルによって利用できます。モジュールは、内蔵されたチャージ・ポンプにより、電源電圧とは独立した LCD 電圧を供給することができます。さらに、ソフトウェアによって LCD 電圧レベル、つまりコントラストを制御することが可能です。

ペリフェラル・ファイル・マップ

ワード・アクセスによるペリフェラル			
ウォッチドッグ	ウォッチドッグ・タイマ制御	WDTCTL	0120h
フラッシュ_A	フラッシュ制御4	FCTL4	01BEh
	フラッシュ制御3	FCTL3	012Ch
	フラッシュ制御2	FCTL2	012Ah
	フラッシュ制御1	FCTL1	0128h
タイマ_B3	キャプチャ/コンペア・レジスタ2	TBCCR2	0196h
	キャプチャ/コンペア・レジスタ1	TBCCR1	0194h
	キャプチャ/コンペア・レジスタ0	TBCCR0	0192h
	タイマ_Bレジスタ	TBR	0190h
	キャプチャ/コンペア制御2	TBCCTL2	0186h
	キャプチャ/コンペア制御1	TBCCTL1	0184h
	キャプチャ/コンペア制御0	TBCCTL0	0182h
	タイマ_B制御	TBCTL	0180h
	タイマ_B割り込みベクタ	TBIV	011Eh
タイマ_A3	キャプチャ/コンペア・レジスタ2	TACCR2	0176h
	キャプチャ/コンペア・レジスタ1	TACCR1	0174h
	キャプチャ/コンペア・レジスタ0	TACCR0	0172h
	タイマ_Aレジスタ	TAR	0170h
	キャプチャ/コンペア制御2	TACCTL2	0166h
	キャプチャ/コンペア制御1	TACCTL1	0164h
	キャプチャ/コンペア制御0	TACCTL0	0162h
	タイマ_A制御	TACTL	0160h
	タイマ_A割り込みベクタ	TAIV	012Eh
32ビット・ハードウェア・マルチプライヤ	MPY32制御0	MPY32CTL0	015Ch
	64ビット結果3 - 最上位ワード	RES3	015Ah
	64ビット結果2	RES2	0158h
	64ビット結果1	RES1	0156h
	64ビット結果0 - 最下位ワード	RES0	0154h
	32ビットの第2オペランド (上位ワード)	OP2H	0152h
	32ビットの第2オペランド (下位ワード)	OP2L	0150h
	マルチプライ符合付き+アキュムレート/ 32ビット・オペランド1 (上位ワード)	MACS32H	014Eh
	マルチプライ符合付き+アキュムレート/ 32ビット・オペランド1 (下位ワード)	MACS32L	014Ch
	マルチプライ + アキュムレート/ 32ビット・オペランド1 (上位ワード)	MAC32H	014Ah
	マルチプライ + アキュムレート/ 32ビット・オペランド1 (下位ワード)	MAC32L	0148h
	マルチプライ符合付き/32ビット・オペランド1 (上位ワード)	MPYS32H	0146h
	マルチプライ符合付き/32ビット・オペランド1 (下位ワード)	MPYS32L	0144h
	マルチプライ符合なし/32ビット・オペランド1 (上位ワード)	MPY32H	0142h
	マルチプライ符合なし/32ビット・オペランド1 (下位ワード)	MPY32L	0140h

ペリフェラル・ファイル・マップ (続き)

ワード・アクセスによるペリフェラル (続き)			
32ビット・ハードウェア・マルチプライヤ	合計拡張	SUMEXT	013Eh
	結果上位ワード	RESHI	013Ch
	結果下位ワード	RESLO	013Ah
	第2オペランド	OP2	0138h
	マルチプライ符合付き + アキュムレート/オペランド1	MACS	0136h
	マルチプライ + アキュムレート/オペランド1	MAC	0134h
	マルチプライ符合付き/オペランド1	MPYS	0132h
	マルチプライ符合なし/オペランド1	MPY	0130h
USCI_B0 (バイト・アクセスによるペリフェラルも参照)	USCI_B0 I2Cオウン・アドレス	UCB0I2COA	016Ch
	USCI_B0 I2Cスレーブ・アドレス	UCB0I2CSA	016Eh
USCI_B1 (バイト・アクセスによるペリフェラルも参照)	USCI_B1 I2Cオウン・アドレス	UCB1I2COA	017Ch
	USCI_B1 I2Cスレーブ・アドレス	UCB1I2CSA	017Eh
SD16_A (バイト・アクセスによるペリフェラルも参照)	汎用制御	SD16CTL	0100h
	チャンネル0制御	SD16CCTL0	0102h
	チャンネル1制御	SD16CCTL1	0104h
	チャンネル2制御	SD16CCTL2	0106h
	チャンネル3制御	SD16CCTL3	0108h
	割り込みベクタ・ワード・レジスタ	SD16IV	0110h
	チャンネル0変換メモリ	SD16MEM0	0112h
	チャンネル1変換メモリ	SD16MEM1	0114h
	チャンネル2変換メモリ	SD16MEM2	0116h
	チャンネル3変換メモリ	SD16MEM3	0118h
ポート PA	ポートPAレジスタ・イネーブル	PAREN	014h
	ポートPA選択	PASEL	03Eh
	ポートPA方向	PADIR	03Ch
	ポートPA出力	PAOUT	03Ah
	ポートPA入力	PAIN	038h
ポート PB	ポートPBレジスタ・イネーブル	PBREN	016h
	ポートPB選択	PBSEL	00Eh
	ポートPB方向	PBDIR	00Ch
	ポートPB出力	PBOUT	00Ah
	ポートPB入力	PBIN	008h

ペリフェラル・ファイル・マップ (続き)

バイト・アクセスによるペリフェラル			
SD16_A (ワード・アクセスによるペリフェラルも参照)	チャンネル0入力制御	SD16INCTL0	0B0h
	チャンネル1入力制御	SD16INCTL1	0B1h
	チャンネル2入力制御	SD16INCTL2	0B2h
	チャンネル3入力制御	SD16INCTL3	0B3h
	チャンネル0プリロード	SD16PRE0	0B8h
	チャンネル1プリロード	SD16PRE1	0B9h
	チャンネル2プリロード	SD16PRE2	0BAh
	チャンネル3プリロード	SD16PRE3	0BBh
	予約 (内部SD16コンフィグレーション1)	SD16CONF1	0BFh
LCD_A	LCD電圧制御1	LCDAVCTL1	0AFh
	LCD電圧制御0	LCDAVCTL0	0AEh
	LCD電圧ポート制御1	LCDAPCTL1	0ADh
	LCD電圧ポート制御0	LCDAPCTL0	0ACh
	LCDメモリ20	LCDM20	0A4h
	:	:	:
	LCDメモリ16	LCDM16	0A0h
	LCDメモリ15	LCDM15	09Fh
	:	:	:
	LCDメモリ1	LCDM1	091h
	LCD制御とモード	LCDACTL	090h
USCI_A0	USCI_A0送信バッファ	UCA0TXBUF	067h
	USCI_A0受信バッファ	UCA0RXBUF	066h
	USCI_A0ステータス	UCA0STAT	065h
	USCI_A0変調制御	UCA0MCTL	064h
	USCI_A0ボー・レート制御1	UCA0BR1	063h
	USCI_A0ボー・レート制御0	UCA0BR0	062h
	USCI_A0制御1	UCA0CTL1	061h
	USCI_A0制御0	UCA0CTL0	060h
	USCI_A0 IrDA受信制御	UCA0IRRCTL	05Fh
	USCI_A0 IrDA送信制御	UCA0IRTCTL	05Eh
	USCI_A0自動ボー・レート制御	UCA0ABCTL	05Dh
USCI_B0	USCI_B0送信バッファ	UCB0TXBUF	06Fh
	USCI_B0受信バッファ	UCB0RXBUF	06Eh
	USCI_B0ステータス	UCB0STAT	06Dh
	USCI_B1 I2C割り込みイネーブル	UCB0I2CIE	06Ch
	USCI_B0ビット・レート制御1	UCB0BR1	06Bh
	USCI_B0ビット・レート制御0	UCB0BR0	06Ah
	USCI_B0制御1	UCB0CTL1	069h
	USCI_B0制御0	UCB0CTL0	068h
USCI_A1	USCI_A1送信バッファ	UCA1TXBUF	0D7h
	USCI_A1受信バッファ	UCA1RXBUF	0D6h
	USCI_A1ステータス	UCA1STAT	0D5h
	USCI_A1変調制御	UCA1MCTL	0D4h
	USCI_A1ボー・レート制御1	UCA1BR1	0D3h
	USCI_A1ボー・レート制御0	UCA1BR0	0D2h
	USCI_A1制御1	UCA1CTL1	0D1h
	USCI_A1制御0	UCA1CTL0	0D0h
	USCI_A1 IrDA受信制御	UCA1IRRCTL	0CFh
	USCI_A1 IrDA送信制御	UCA1IRTCTL	0CEh
	USCI_A1自動ボー・レート制御	UCA1ABCTL	0CDh
	USCI_A1割り込みフラグ	UC1IFG	007h
	USCI_A1割り込みイネーブル	UC1IE	006h

ペリフェラル・ファイル・マップ (続き)

バイト・アクセスによるペリフェラル			
USCI_B1	USCI_B1送信バッファ	UCB1TXBUF	0DFh
	USCI_B1受信バッファ	UCB1RXBUF	0DEh
	USCI_B1ステータス	UCB1STAT	0DDh
	USCI_B1 I2C割り込みイネーブル	UCB1I2CIE	0DCh
	USCI_B1ビット・レート制御1	UCB1BR1	0DBh
	USCI_B1ビット・レート制御0	UCB1BR0	0DAh
	USCI_B1制御1	UCB1CTL1	0D9h
	USCI_B1制御0	UCB1CTL0	0D8h
	USCI_A1割り込みフラグ	UC1IFG	007h
	USCI_A1割り込みイネーブル	UC1IE	006h
コンパレータ_A	コンパレータ_Aポート・ディスエーブル	CAPD	05Bh
	コンパレータ_A制御2	CACTL2	05Ah
	コンパレータ_A制御1	CACTL1	059h
ブラウンアウト、SVS	SVS制御レジスタ (ブラウンアウト信号によりリセット)	SVSCTL	056h
FLL+ Clock	FLL+制御2	FLL_CTL2	055h
	FLL+制御1	FLL_CTL1	054h
	FLL+制御0	FLL_CTL0	053h
	システム・クロック周波数制御	SCFQCTL	052h
	システム・クロック周波数インテグレータ1	SCFI1	051h
	システム・クロック周波数インテグレータ0	SCFI0	050h
Basic Timer1	BTカウンタ2	BTCNT2	047h
	BTカウンタ1	BTCNT1	046h
	BT制御	BTCTL	040h
ポートP10	ポートP10レジスタ・イネーブル	P10REN	017h
	ポートP10選択	P10SEL	00Fh
	ポートP10方向	P10DIR	00Dh
	ポートP10出力	P10OUT	00Bh
	ポートP10入力	P10IN	009h
ポートP9	ポートP9レジスタ・イネーブル	P9REN	016h
	ポートP9選択	P9SEL	00Eh
	ポートP9方向	P9DIR	00Ch
	ポートP9出力	P9OUT	00Ah
	ポートP9入力	P9IN	008h
ポートP8	ポートP8レジスタ・イネーブル	P8REN	015h
	ポートP8選択	P8SEL	03Fh
	ポートP8方向	P8DIR	03Dh
	ポートP8出力	P8OUT	03Bh
	ポートP8入力	P8IN	039h
ポートP7	ポートP7レジスタ・イネーブル	P7REN	014h
	ポートP7選択	P7SEL	03Eh
	ポートP7方向	P7DIR	03Ch
	ポートP7出力	P7OUT	03Ah
	ポートP7入力	P7IN	038h

ペリフェラル・ファイル・マップ (続き)

バイト・アクセスによるペリフェラル (続き)			
ポートP5	ポートP5レジスタ・イネーブル	P5REN	012h
	ポートP5選択	P5SEL	033h
	ポートP5方向	P5DIR	032h
	ポートP5出力	P5OUT	031h
	ポートP5入力	P5IN	030h
ポートP4	ポートP4レジスタ・イネーブル	P4REN	011h
	ポートP4選択	P4SEL	01Fh
	ポートP4方向	P4DIR	01Eh
	ポートP4出力	P4OUT	01Dh
	ポートP4入力	P4IN	01Ch
ポートP3	ポートP3レジスタ・イネーブル	P3REN	010h
	ポートP3選択	P3SEL	01Bh
	ポートP3方向	P3DIR	01Ah
	ポートP3出力	P3OUT	019h
	ポートP3入力	P3IN	018h
ポートP2	ポートP2レジスタ・イネーブル	P2REN	02Fh
	ポートP2選択	P2SEL	02Eh
	ポートP2割り込みイネーブル	P2IE	02Dh
	ポートP2割り込みエッジ選択	P2IES	02Ch
	ポートP2割り込みフラグ	P2IFG	02Bh
	ポートP2方向	P2DIR	02Ah
	ポートP2出力	P2OUT	029h
	ポートP2入力	P2IN	028h
ポートP1	ポートP1割り込みイネーブル	P1REN	027h
	ポートP1選択	P1SEL	026h
	ポートP1割り込みイネーブル	P1IE	025h
	ポートP1割り込みエッジ選択	P1IES	024h
	ポートP1割り込みフラグ	P1IFG	023h
	ポートP1方向	P1DIR	022h
	ポートP1出力	P1OUT	021h
	ポートP1入力	P1IN	020h
スペシャル・ ファンクション	SFR割り込みフラグ2	IFG2	003h
	SFR割り込みフラグ1	IFG1	002h
	SFR割り込みイネーブル2	IE2	001h
	SFR割り込みイネーブル1	IE1	000h

絶対最大定格（注1）

印加電圧 ($V_{CC} \sim V_{SS}$ 間)		-0.3~4.1	V
印加電圧 (全端子) (注2)		-0.3~ $V_{CC} + 0.3$	V
ダイオード電流 (全端子)		± 2	mA
保存温度範囲	未プログラムのデバイス (注3)	T_{stg}	-55~150 °C
保存温度範囲	プログラム済みデバイス (注3)	T_{stg}	-40~85 °C

(注1) 絶対最大定格を超えるストレスは、デバイスに致命的なダメージを与えることがあります。絶対最大定格は、ストレスの限度のみについて示したもので、この条件、もしくは、本仕様書の「推奨動作条件」に示された条件を超える条件でのデバイスの機能動作を意味するものではありません。

(注2) すべての電圧は V_{SS} を基準とします。JTAGヒューズ切断電圧 V_{FB} は、絶対最大定格を超えても構いません。JTAGヒューズを切断する時、TDI/TCLK端子に電圧が印加されます。

(注3) ピーク・リフロー温度が、出荷箱又はリール上のデバイス・ラベルで規定された温度より高くならない状態で、現在のJEDEC J-STD-020規格に従ってプリント基板にはんだ付けする工程では、もっと高い温度を印加しても構いません。

推奨動作条件

パラメータ		最小	標準	最大	単位
電源電圧(プログラム実行時), V_{CC} ($AV_{CC} = DV_{CC} = V_{CC}$) (注1)		1.8		3.6	V
電源電圧(プログラム実行時), SVSイネーブル時, PORON = 1, V_{CC} ($AV_{CC} = DV_{CC} = V_{CC}$) (注1, 2)		2.0		3.6	V
電源電圧 (フラッシュ・メモリ・プログラム/消去時), V_{CC} ($AV_{CC} = DV_{CC} = V_{CC}$) (注1)		2.2		3.6	V
電源電圧 (V_{SS})			0		V
動作周囲温度 (T_A)		-40		85	°C
プロセッサ周波数 f_{SYSTEM} (最大MCLK周波数) (注3, 4及び図1参照)	$V_{CC} = 1.8$ V, デューティ比 = 50%±10%	dc		4.15	MHz
	$V_{CC} = 2.2$ V, デューティ比 = 50%±10%	dc		7.5	
	$V_{CC} = 2.7$ V, デューティ比 = 50%±10%	dc		12	
	$V_{CC} \geq 3.3$ V, デューティ比 = 50%±10%	dc		16	

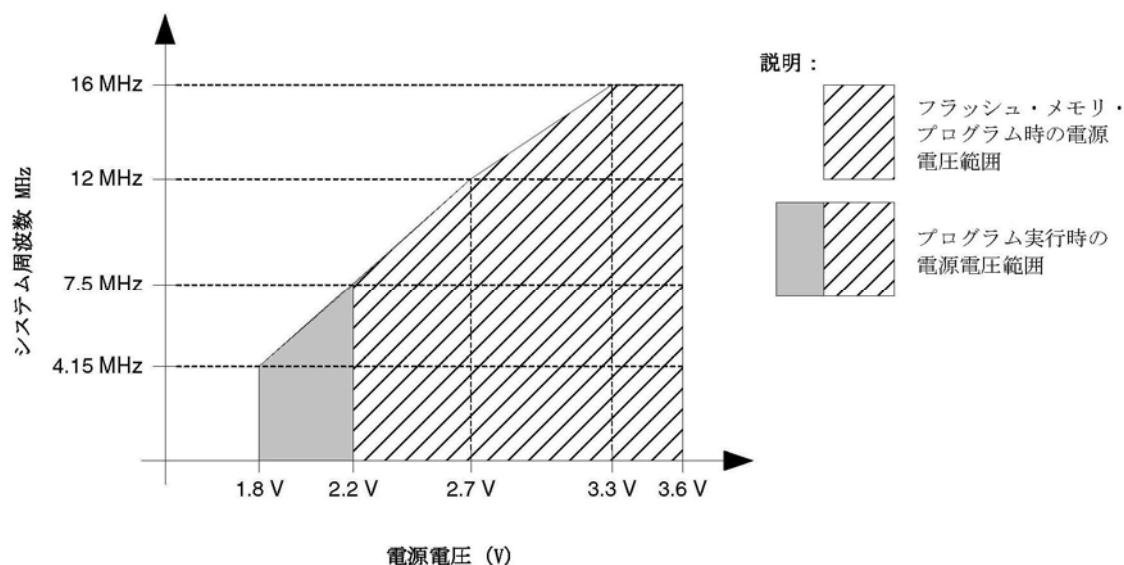
(注1) AV_{CC} と DV_{CC} は同じ電源から供給することを推奨します。パワーアップ及び動作時の AV_{CC} と DV_{CC} の差は、最大0.3 Vまで許容されます。

(注2) 最小動作電源電圧は、電源電圧を下降させてPORがアクティブとなるトリップ・ポイントで定義します。PORは、電源電圧が最小電源電圧 + SVS回路のヒステリシスより上昇するとインアクティブとなります。

(注3) MSP430 CPUは、MCLKクロックを使用します。

MCLKの上側及び下側位相は、規定された最大周波数のパルス幅を超えてはいけません。

(注4) モジュールによって最大入力クロックの規格が異なることがあります。このデータ・シートの各モジュールの規格をご参照下さい。



(注) 最小プロセッサ周波数は、システム・クロックによって決まります。フラッシュ・プログラム又は消去動作には、2.2 Vの最小 V_{CC} が必要です。

図1. 動作範囲

電気的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）
電源電流 ($V_{CC} + DV_{CC}$)（外部電流を除く）

パラメータ		測定条件		最小	標準	最大	単位
$I_{(AM)}$	アクティブ・モード(注1) $f_{(MCLK)} = f_{(SMCLK)} = 1 \text{ MHz}$, $f_{(ACLK)} = 32,768 \text{ Hz}$, $XTS_FLL = 0$, $SELM = (0, 1)$ (フラッシュからプログラム実行)	$T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$	$V_{CC} = 2.2 \text{ V}$		280	350	μA
			$V_{CC} = 3 \text{ V}$		420	560	μA
$I_{(LPM0)}$	ロー・パワー・モード(LPM0) (注1, 4)	$T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$	$V_{CC} = 2.2 \text{ V}$		45	70	μA
			$V_{CC} = 3 \text{ V}$		75	110	
$I_{(LPM2)}$	ロー・パワー・モード(LPM2) $f_{(MCLK)} = f_{(SMCLK)} = 0 \text{ MHz}$, $f_{(ACLK)} = 32,768 \text{ Hz}$, $SCG0 = 0$ (注2, 4)	$T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$	$V_{CC} = 2.2 \text{ V}$		11	14	μA
			$V_{CC} = 3 \text{ V}$		17	22	
$I_{(LPM3)}$	ロー・パワー・モード(LPM3) $f_{(MCLK)} = f_{(SMCLK)} = 0 \text{ MHz}$, $f_{(ACLK)} = 32,768 \text{ Hz}$, $SCG0 = 1$, Basic Timer1はイネーブル, $ACLK$ を選択, LCD_A はイネーブル, $LCDCPEN = 0$ (スタティック・モード, $f_{LCD} = f_{(ACLK)}/32$) (注2, 3, 4)	$T_A = -40^\circ\text{C}$	$V_{CC} = 2.2 \text{ V}$		1.0	2.0	μA
		$T_A = 25^\circ\text{C}$			1.1	2.0	
		$T_A = 60^\circ\text{C}$			2.0	3.0	
		$T_A = 85^\circ\text{C}$			3.0	6.0	
		$T_A = -40^\circ\text{C}$	$V_{CC} = 3 \text{ V}$		1.2	3.0	
		$T_A = 25^\circ\text{C}$			1.3	3.0	
		$T_A = 60^\circ\text{C}$			2.5	3.5	
		$T_A = 85^\circ\text{C}$			3.5	7.5	
$I_{(LPM3)}$	ロー・パワー・モード(LPM3) $f_{(MCLK)} = f_{(SMCLK)} = 0 \text{ MHz}$, $f_{(ACLK)} = 32,768 \text{ Hz}$, $SCG0 = 1$, Basic Timer1はイネーブル, $ACLK$ を選択, LCD_A はイネーブル, $LCDCPEN = 0$ (4-muxモード, $f_{LCD} = f_{(ACLK)}/32$) (注2, 3, 4)	$T_A = -40^\circ\text{C}$	$V_{CC} = 2.2 \text{ V}$		3.5	5.5	μA
		$T_A = 25^\circ\text{C}$			3.5	5.5	
		$T_A = 60^\circ\text{C}$			5.5	7.0	
		$T_A = 85^\circ\text{C}$			11.0	17.0	
		$T_A = -40^\circ\text{C}$	$V_{CC} = 3 \text{ V}$		4.0	8.0	
		$T_A = 25^\circ\text{C}$			4.0	6.5	
		$T_A = 60^\circ\text{C}$			6.0	8.0	
		$T_A = 85^\circ\text{C}$			13.0	20.0	
$I_{(LPM4)}$	ロー・パワー・モード(LPM4) $f_{(MCLK)} = 0 \text{ MHz}$, $f_{(SMCLK)} = 0 \text{ MHz}$, $f_{(ACLK)} = 0 \text{ Hz}$, $SCG0 = 1$ (注2, 4)	$T_A = -40^\circ\text{C}$	$V_{CC} = 2.2 \text{ V}$		0.1	1.0	μA
		$T_A = 25^\circ\text{C}$			0.2	1.0	
		$T_A = 60^\circ\text{C}$			1.0	2.0	
		$T_A = 85^\circ\text{C}$			1.8	5.0	
		$T_A = -40^\circ\text{C}$	$V_{CC} = 3 \text{ V}$		0.1	2.0	μA
		$T_A = 25^\circ\text{C}$			0.2	2.0	
		$T_A = 60^\circ\text{C}$			1.5	2.5	
		$T_A = 85^\circ\text{C}$			2.0	6.0	

(注1) タイマ_Aは、 $f_{(DCOCLK)} = f_{(DCO)} = 1 \text{ MHz}$ によって駆動されます。すべての入力は0 V又は V_{CC} に接続します。出力にはソース又はシンク電流を流しません。

(注2) すべての入力は、0 V又は V_{CC} に接続します。出力にはソース電流、シンク電流を流しません。

(注3) LPM3電流は、Micro Crystal CC4V-T1A (9 pF) クリスタルを使用し、 $OSCCAPx = 1\text{h}$ として測定します。

(注4) ブラウンアウトの電流を含みます。

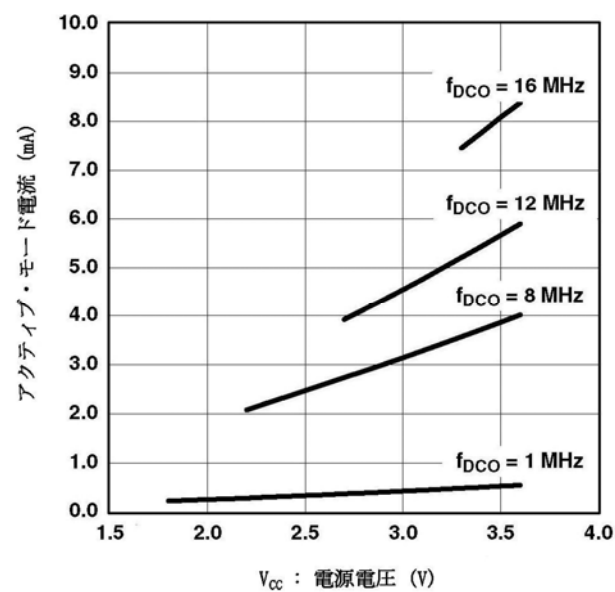
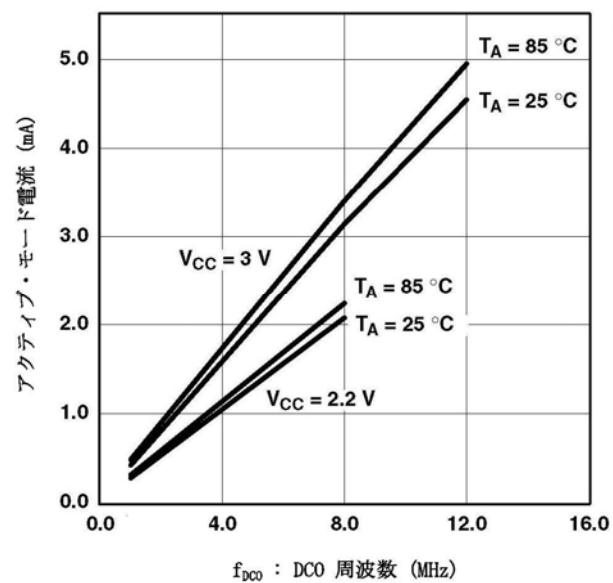
代表特性 - アクティブ・モード電源電流 (V_{CC})図2. V_{CC} 対アクティブ・モード電源電流 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

図3. DCO周波数対アクティブ・モード電源電流

電気的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）
シュミット・トリガ入力 - ポートP1～P5、P7～P10、 $\overline{\text{RST}}$ /NMI、JTAG: TCK、TMS、TDI/TCLK、TDO/TDI

パラメータ	測定条件	V_{CC}	最小	標準	最大	単位
V_{IT+} 上昇入力スレッシュホルド電圧			0.45		0.75	V_{CC}
		2.2 V	1.00		1.65	V
		3 V	1.35		2.25	
V_{IT-} 下降入力スレッシュホルド電圧			0.25		0.55	V_{CC}
		2.2 V	0.55		1.20	V
		3 V	0.75		1.65	
V_{hys} 入力電圧ヒステリシス ($V_{IT+} - V_{IT-}$)		2.2 V	0.2		1.0	V
		3 V	0.3		1.0	
R_{pu11} プルアップ/プルダウン抵抗 (RST/NMI及びJTAG端子を除く)	プルアップ: $V_{IN} = V_{SS}$, プルダウン: $V_{IN} = V_{CC}$		20	35	50	k Ω
C_I 入力容量	$V_{IN} = V_{SS}$ 又は V_{CC}			5		pF

入力 - ポートP1、P2

パラメータ	測定条件	V_{CC}	最小	標準	最大	単位
$t_{(int)}$ 外部割り込みタイミング	ポートP1, P2:P1.x～P2.x, 割り込みフラグをセットするための外部トリガ・パルス幅 (注1)	2.2 V/3 V	20			ns

(注1) 外部信号は、最小割り込みパルス幅 $t_{(int)}$ が適合するたび毎に割り込みフラグをセットします。トリガ信号が $t_{(int)}$ より短い場合にもセットされることがあります。

リーク電流 - ポートP1～P5、P7～P10

パラメータ	測定条件	V_{CC}	最小	標準	最大	単位
$I_{1kg(Px.x)}$ ハイ・インピーダンス・リーク電流	(注1, 2)	2.2 V/3 V			± 50	nA

(注1) 特記無き場合、リーク電流は対応する端子に V_{SS} 又は V_{CC} を印加して測定します。

(注2) デジタル・ポート端子のリーク電流は、個別に測定します。ポート端子は入力となるように選択し、プルアップ/プルダウン抵抗はディスエーブルとします。

電氣的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）

出力 - ポートP1～P5、P7～P10

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
V _{OH} ハイ・レベル出力電圧	I _{OH(max)} = -1.5 mA (注1)	2.2 V	V _{CC} - 0.25		V _{CC}	V
	I _{OH(max)} = -6 mA (注2)		V _{CC} - 0.6		V _{CC}	
	I _{OH(max)} = -1.5 mA (注1)	3 V	V _{CC} - 0.25		V _{CC}	
	I _{OH(max)} = -6 mA (注2)		V _{CC} - 0.6		V _{CC}	
V _{OL} ロー・レベル出力電圧	I _{OL(max)} = 1.5 mA (注1)	2.2 V	V _{SS}		V _{SS} + 0.25	V
	I _{OL(max)} = 6 mA (注2)		V _{SS}		V _{SS} + 0.6	
	I _{OL(max)} = 1.5 mA (注1)	3 V	V _{SS}		V _{SS} + 0.25	
	I _{OL(max)} = 6 mA (注2)		V _{SS}		V _{SS} + 0.6	

(注1) 全出力の最大電流I_{OH(max)}とI_{OL(max)}の合計は、規定の最大電圧降下を保持するため±12 mAを超えてはいけません。

(注2) 全出力の最大電流I_{OH(max)}とI_{OL(max)}の合計は、規定の最大電圧降下を保持するため±48 mAを超えてはいけません。

出力周波数 - ポートP1～P5、P7～P10

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
f _{Px.y} ポート出力周波数 (負荷付き)	P1.4/TBCLK/SMCLK, C _L = 20 pF, R _L = 1 kΩを1/2 V _{CC} に接 続(注1, 2)	2.2 V			10	MHz
		3 V			12	
f _{Port_CLK} クロック出力周波数	P1.1/TA0/MCLK, P1.5/TACLK/ACLK, P1.4/TBCLK/SMCLK, C _L = 20 pF (注2)	2.2 V			12	MHz
		3 V			16	

(注1) 負荷として、出力とV_{CC}及びV_{SS}間に2個の2 kΩ抵抗ディバイダを使用することができます。出力は、ディバイダのセン
ター・タップに接続します。

(注2) 出力電圧は、規定のトグル周波数で少なくとも10%及び90% V_{CC}まで届きます。

電気的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）

代表特性 - 出力

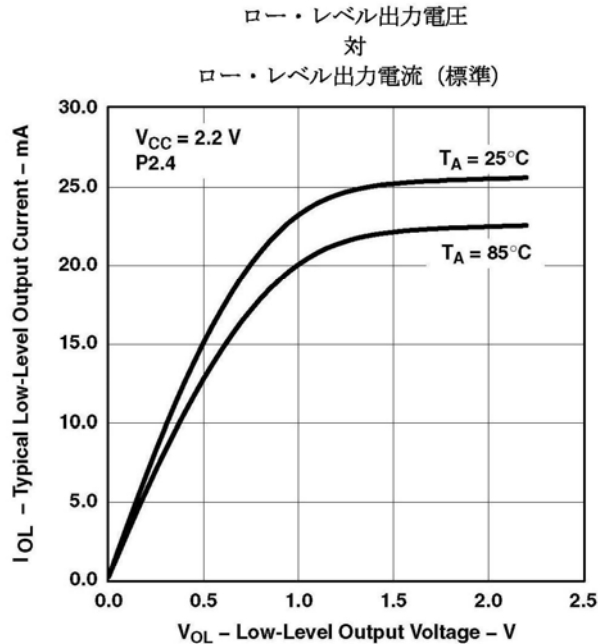


図 4

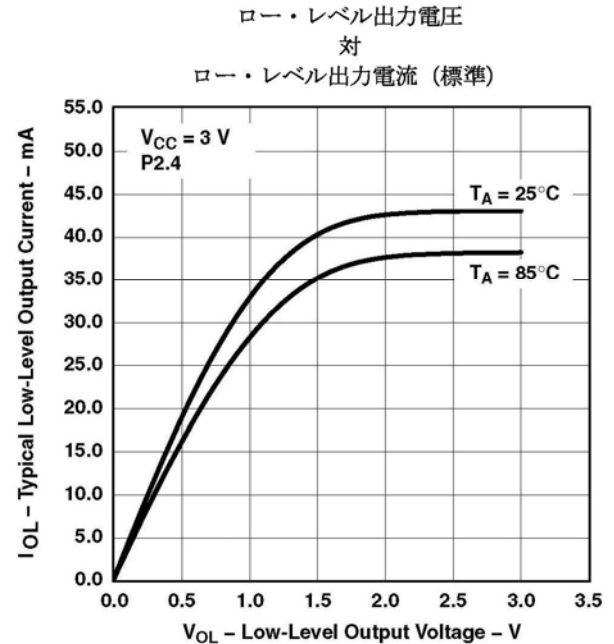


図 5

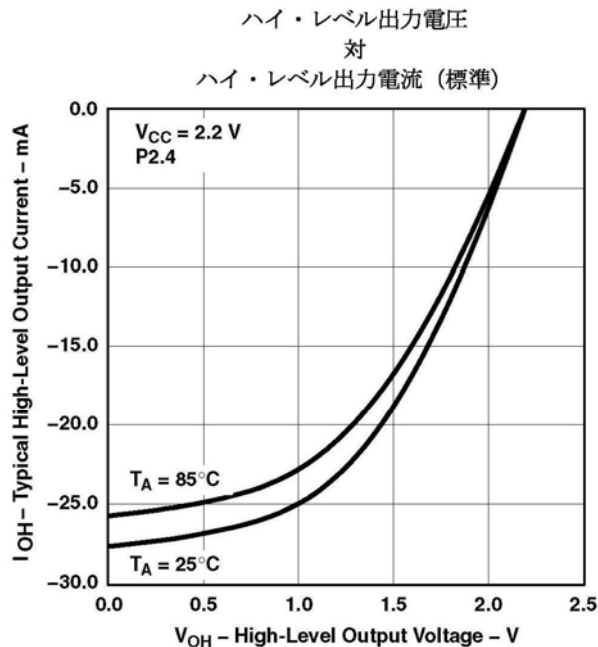


図 6

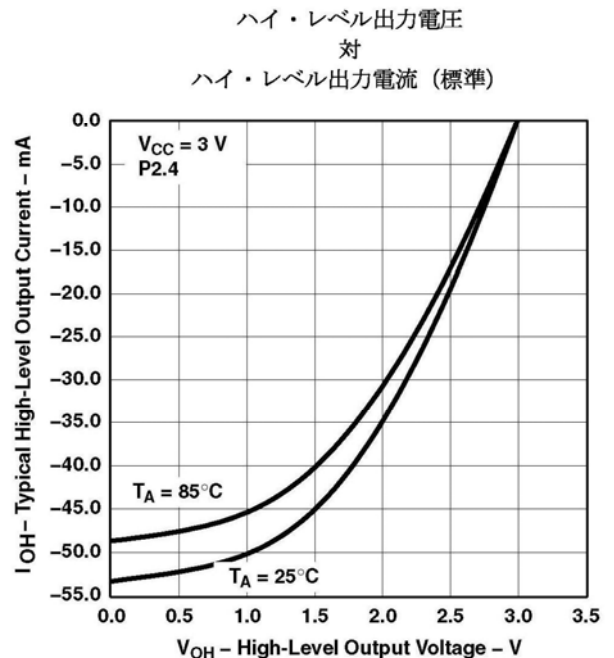


図 7

（注）同時に1出力のみ負荷をかけます。

電気的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）

POR／ブラウンアウト・リセット(BOR)（注1, 2）

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
V _{CC(start)} (図8参照)	dV _{CC} /dt ≤ 3 V/s		0.7 × V _(B_IT-)			V
V _(B_IT-) (図8～10参照)	dV _{CC} /dt ≤ 3 V/s				1.71	V
V _{hys(B_IT-)} (図8参照)	dV _{CC} /dt ≤ 3 V/s		70	130	180	mV
t _{d(BOR)} (図8参照)					2000	μs
t _(reset) 内部でリセットを受け付けるためのRST/NMI端子パルス幅		2.2 V/3 V	2			μs

（注1） ブラウンアウト・モジュールの消費電流は、I_{CC}に含まれています。V_(B_IT-) + V_{hys(B_IT-)} ≤ 1.8 Vとします。

（注2） パワーアップ時は、CPUはV_{CC} = V_(B_IT-) + V_{hys(B_IT-)}となった後t_{d(BOR)}経過後にコードの実行を開始します。デフォルトのFLL+の設定値は、V_{CC} ≥ V_{CC(min)}となるまで変えてはいけません。ここでV_{CC(min)}は、使用する動作周波数における最小電源電圧を表します。ブラウンアウト/SVS回路に関する詳細な情報については、MSP430x4xxファミリー・ユーザーズ・ガイド (SLAU056) をご参照下さい。

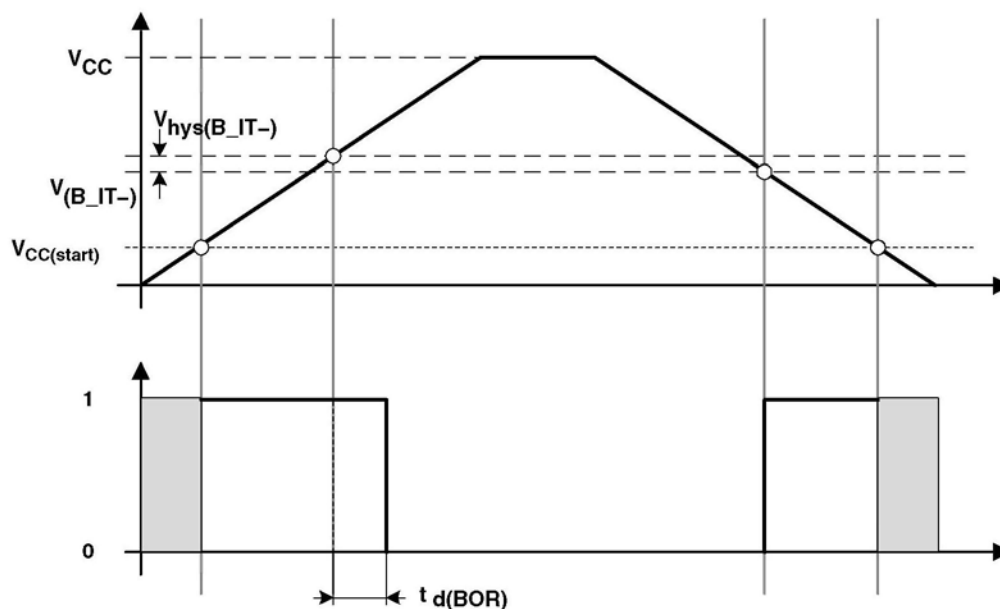


図8. 電源電圧に対するPOR／ブラウンアウト・リセット(BOR)

電気的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）

代表特性 - POR/ブラウンアウト・リセット (BOR)

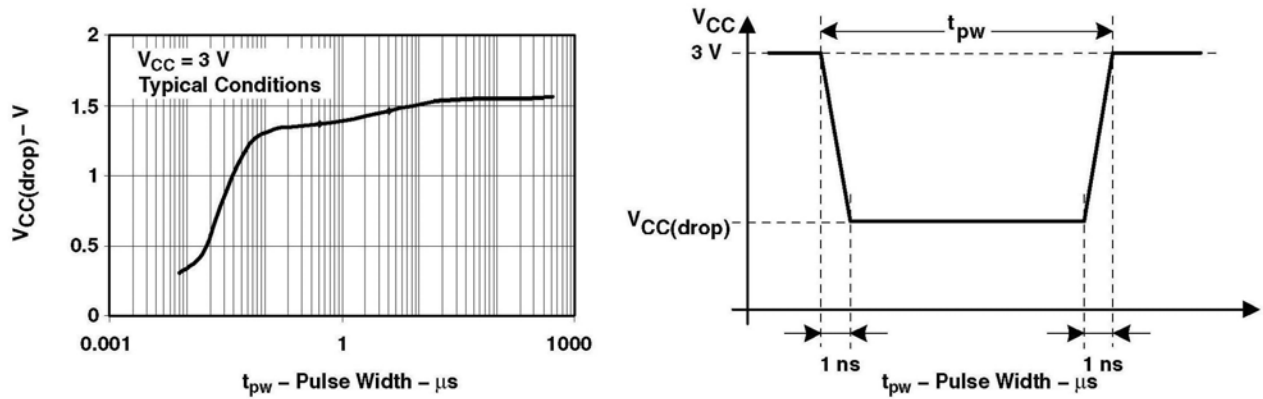


図9. POR/ブラウンアウト信号を生成するための $V_{CC(drop)}$ レベル(矩形波電圧降下)

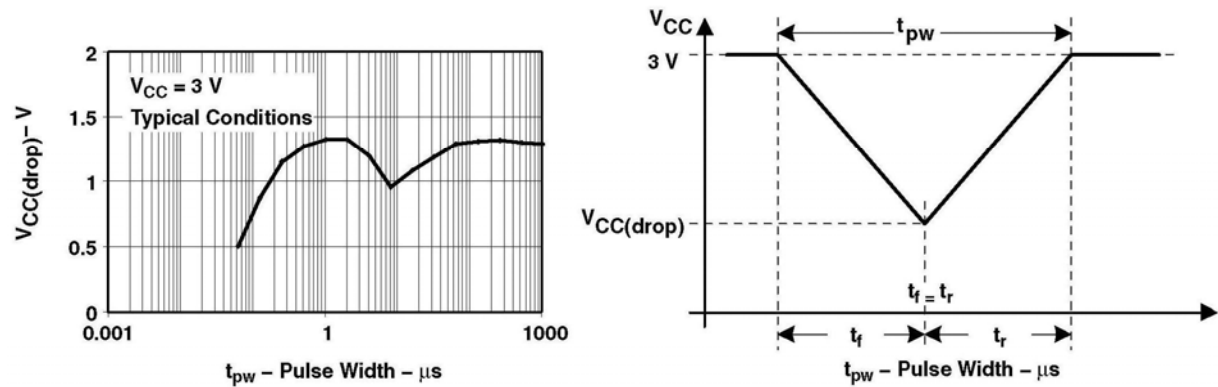


図10. POR/ブラウンアウト信号を生成するための $V_{CC(drop)}$ レベル(三角波電圧降下)

電気的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）

SVS(電源電圧監視／モニタ) (注1)

パラメータ	測定条件		最小	標準	最大	単位
$t_{(SVSR)}$	$dV_{CC}/dt > 30 \text{ V/ms}$ (図11参照)		5		150	μs
	$dV_{CC}/dt \leq 30 \text{ V/ms}$				2000	
$t_{d(SVSON)}$	SVSオン, $VLD = 0 \sim VLD \neq 0$ までスイッチ, $V_{CC} = 3 \text{ V}$		20		200	μs
t_{settle}	$VLD \neq 0$ (注2)				12	μs
$V_{(SVSstart)}$	$VLD \neq 0$, $V_{CC}/dt \leq 3 \text{ V/s}$ (図11参照)			1.55	1.7	V
$V_{hys(SVS_IT-)}$	$V_{CC}/dt \leq 3 \text{ V/s}$ (図11参照)	$VLD = 1$	70	120	155	mV
		$VLD = 2 \dots 14$	$V_{(SVS_IT-)} \times 0.001$		$V_{(SVS_IT-)} \times 0.016$	
	$V_{CC}/dt \leq 3 \text{ V/s}$ (図11参照), A7に印加される外部電圧		$VLD = 15$	4.4	10.4	mV
$V_{(SVS_IT-)}$	$V_{CC}/dt \leq 3 \text{ V/s}$ (図11参照)	$VLD = 1$	1.8	1.9	2.05	V
		$VLD = 2$	1.94	2.1	2.25	
		$VLD = 3$	2.05	2.2	2.37	
		$VLD = 4$	2.14	2.3	2.48	
		$VLD = 5$	2.24	2.4	2.6	
		$VLD = 6$	2.33	2.5	2.71	
		$VLD = 7$	2.46	2.65	2.86	
		$VLD = 8$	2.58	2.8	3	
		$VLD = 9$	2.69	2.9	3.13	
		$VLD = 10$	2.83	3.05	3.29	
		$VLD = 11$	2.94	3.2	3.42	
		$VLD = 12$	3.11	3.35	3.61†	
		$VLD = 13$	3.24	3.5	3.76†	
		$VLD = 14$	3.43	3.7†	3.99†	
	$V_{CC}/dt \leq 3 \text{ V/s}$ (図11参照), A7に印加される外部電圧		$VLD = 15$	1.1	1.2	1.3
$I_{CC(SVS)}$ (注1)	$VLD \neq 0$, $V_{CC} = 2.2 \text{ V}/3 \text{ V}$			10	15	μA

† 推奨動作電圧範囲は3.6 Vに制限されます。

(注1) SVSモジュールの消費電流は I_{CC} の値に含まれていません。(注2) セトリング時間 t_{settle} は、VLDがVLD≠0から2～15の間の異なる値に切り替わった後、コンパレータ出力が安定したレベルになるのに必要な時間です。オーバードライブ>50 mVと仮定します。

代表特性

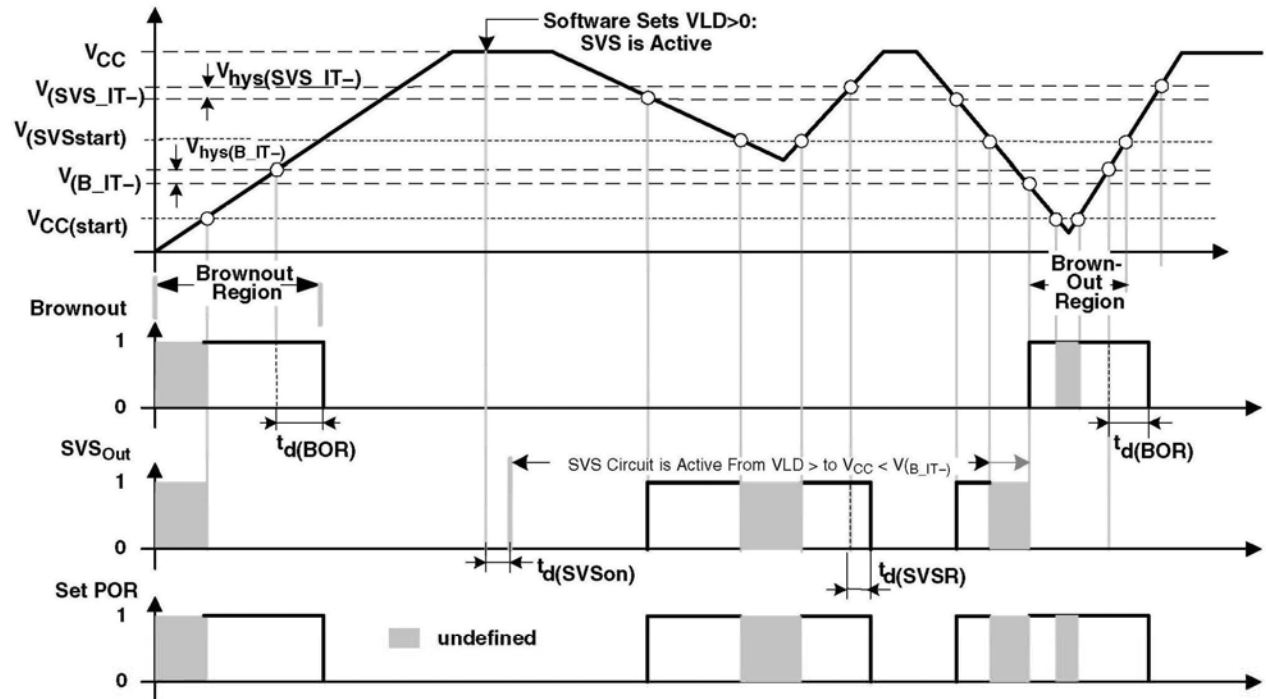


図11. 電源電圧に対するSVSリセット (SVSR)

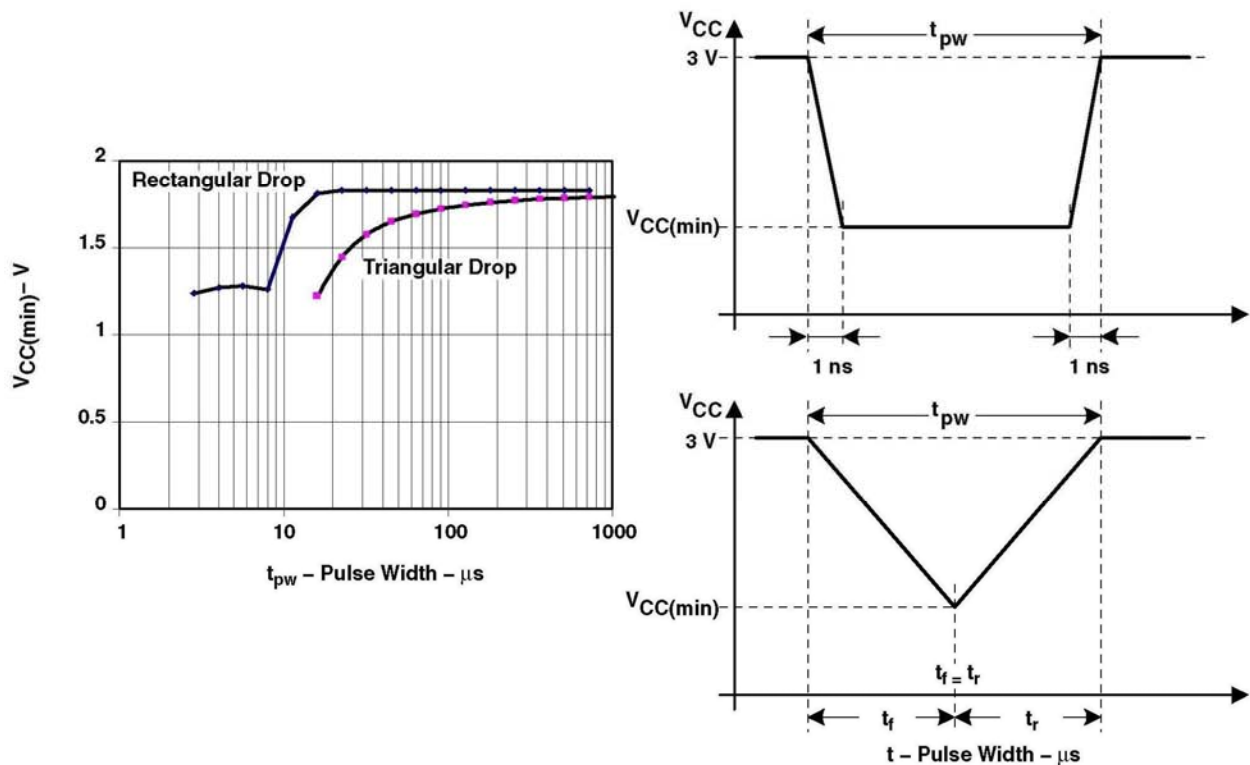


図12. SVS信号を生成するための $V_{CC(min)}$ レベル(矩形波電圧及び三角波電圧降下)

電気的特性 (特記無き場合、推奨周囲温度範囲)

DCO

パラメータ	測定条件		V _{CC}	最小	標準	最大	単位
f _(DCOCLK)	N(DCO) = 01Eh, FN ₈ = FN ₄ = FN ₃ = FN ₂ = 0, D = 2, DCOPLUS = 0		2.2 V/3 V	1			MHz
f _(DCO=2)	FN ₈ = FN ₄ = FN ₃ = FN ₂ = 0, DCOPLUS = 1		2.2 V	0.3	0.65	1.25	MHz
			3 V	0.3	0.7	1.3	
f _(DCO=27)	FN ₈ = FN ₄ = FN ₃ = FN ₂ = 0, DCOPLUS = 1		2.2 V	2.5	5.6	10.5	MHz
			3 V	2.7	6.1	11.3	
f _(DCO=2)	FN ₈ = FN ₄ = FN ₃ = 0, FN ₂ = 1, DCOPLUS = 1		2.2 V	0.7	1.3	2.3	MHz
			3 V	0.8	1.5	2.5	
f _(DCO=27)	FN ₈ = FN ₄ = FN ₃ = 0, FN ₂ = 1, DCOPLUS = 1		2.2 V	5.7	10.8	18	MHz
			3 V	6.5	12.1	20	
f _(DCO=2)	FN ₈ = FN ₄ = 0, FN ₃ = 1, FN ₂ = x, DCOPLUS = 1		2.2 V	1.2	2	3	MHz
			3 V	1.3	2.2	3.5	
f _(DCO=27)	FN ₈ = FN ₄ = 0, FN ₃ = 1, FN ₂ = x, DCOPLUS = 1		2.2 V	9	15.5	25	MHz
			3 V	10.3	17.9	28.5	
f _(DCO=2)	FN ₈ = 0, FN ₄ = 1, FN ₃ = FN ₂ = x, DCOPLUS = 1		2.2 V	1.8	2.8	4.2	MHz
			3 V	2.1	3.4	5.2	
f _(DCO=27)	FN ₈ = 0, FN ₄ = 1, FN ₃ = FN ₂ = x, DCOPLUS = 1		2.2 V	13.5	21.5	33	MHz
			3 V	16	26.6	41	
f _(DCO=2)	FN ₈ = 1, FN ₄ = FN ₃ = FN ₂ = x, DCOPLUS = 1		2.2 V	2.8	4.2	6.2	MHz
			3 V	4.2	6.3	9.2	
f _(DCO=27)	FN ₈ = 1, FN ₄ = FN ₃ = FN ₂ = x, DCOPLUS = 1		2.2 V	21	32	46	MHz
			3 V	30	46	70	
S _n	隣接した DCO タップ間のステップ・サイズ: S _n = f _{DCO(Tap n+1)} /f _{DCO(Tap n)} (図 14 のタップ 21~27 参照)		1 < TAP ≤ 20	1.06			
			TAP = 27	1.07			
D _t	温度ドリフト, N _(DCO) = 01Eh, FN ₈ = FN ₄ = FN ₃ = FN ₂ = 0, D = 2, DCOPLUS = 0		2.2 V	-0.2	-0.3	-0.4	%/°C
			3 V	-0.2	-0.3	-0.4	
D _V	V _{CC} 変動によるドリフト, N _(DCO) = 01Eh, FN ₈ = FN ₄ = FN ₃ = FN ₂ = 0, D = 2, DCOPLUS = 0			0	5	15	%/V

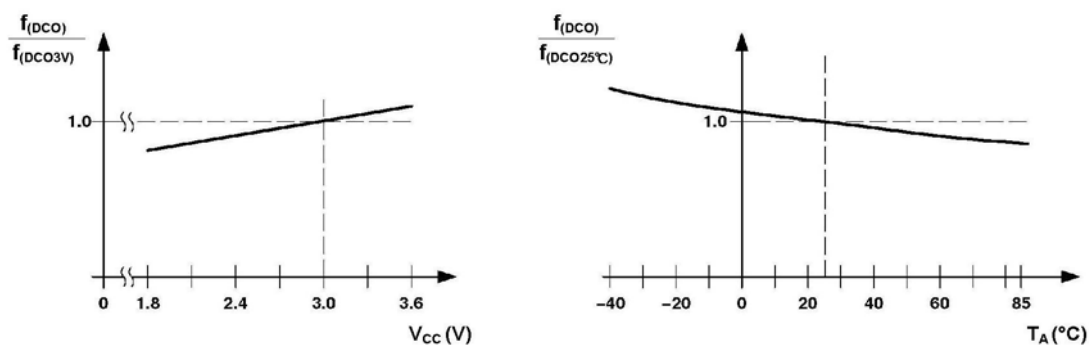


図13. 電源電圧及び周囲温度対DCO周波数

電気的特性（特記無き場合、推奨動作周囲温度範囲）

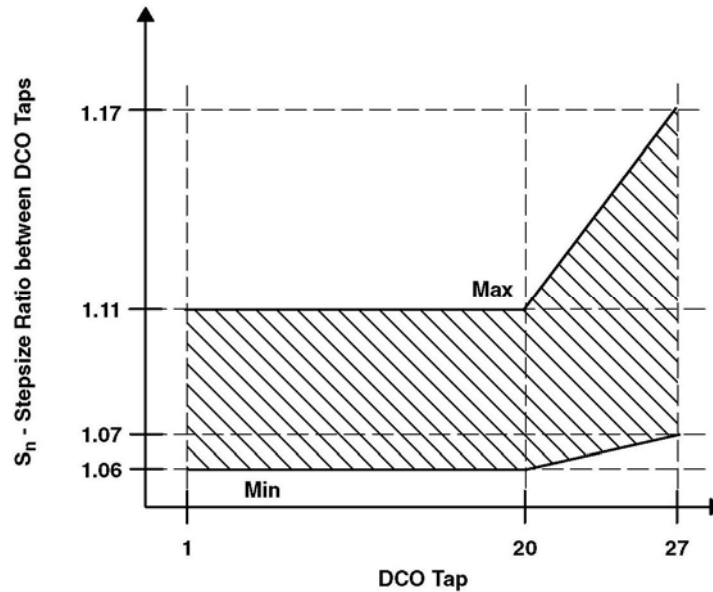


図14. DCOタップ・ステップ・サイズ

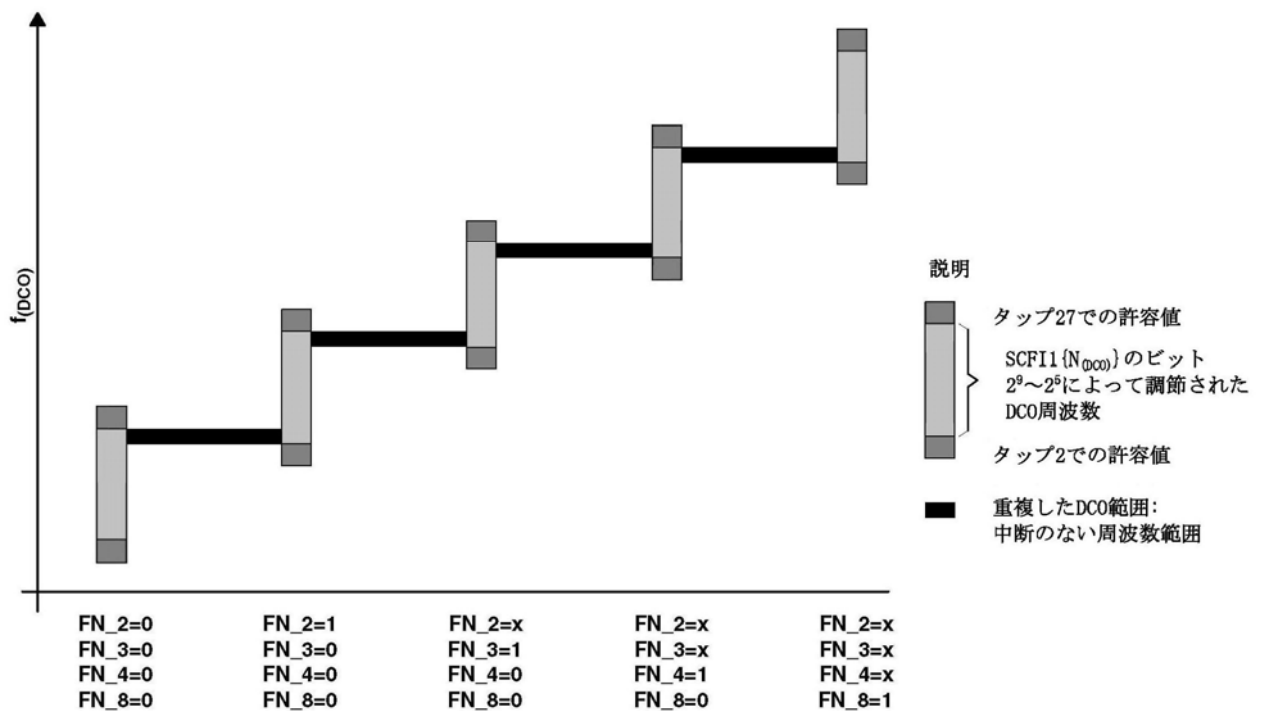


図15. FN_xビットにより制御される5つの重複したDCO範囲

電気的特性（特記無き場合、推奨動作周囲温度範囲）（続き）

クリスタル・オシレータ、LFXT1、低周波数モード(注4)

パラメータ		測定条件	V _{cc}	最小	標準	最大	単位
f _{LFXT1, LF}	LFXT1オシレータ・クリスタル周波数 (LFモード)	XTS_FLL = 0, LFXT1DIG = 0	1.8 V～3.6 V	32,768			Hz
f _{LFXT1, LF, logic}	LFXT1オシレータ・ロジック・レベル矩形波入力周波数 (LFモード)	XTS_FLL = 0, LFXT1DIG = 1, XCAP _x = 0	1.8 V～3.6 V	10,000	32,768		Hz
OA _{LF}	LFクリスタル発振許容値	XTS_FLL = 0, LFXT1DIG = 0, f _{LFXT1, LF} = 32,768 Hz, C _{L, eff} = 6 pF		500			k Ω
		XTS_FLL = 0, LFXT1DIG = 0, f _{LFXT1, LF} = 32,768 Hz, C _{L, eff} = 12 pF		200			
C _{L, eff}	内部有効負荷容量 (LFモード) (注1)	XTS_FLL = 0, XCAP _x = 0		1			pF
		XTS_FLL = 0, XCAP _x = 1		5.5			
		XTS_FLL = 0, XCAP _x = 2		8.5			
		XTS_FLL = 0, XCAP _x = 3		11			
デューティ比	LFモード	XTS_FLL = 0, P1.4/ACLKで測定, f _{LFXT1, LF} = 32,768 Hz	2.2 V/3 V	30	50	70	%
f _{Fault, LF}	オシレータ障害周波数, LFモード (注3)	XTS_FLL = 0 (注2)	2.2 V/3 V	10	10,000		Hz

- (注1) ボンド及びパッケージの寄生容量を含みます(約2 pF/端子)。プリント基板には容量が付加されますので、ACLK周波数を測定することによって正確な負荷を検証することを推奨します。正確な測定のため、有効負荷容量は常に使用するクリスタルの規格に適合しなければなりません。
- (注2) ロジック・レベル入力周波数で測定しますが、クリスタルでの動作にも適用されます。
- (注3) 規格の最小値より低い周波数では障害フラグがセットされ、最大値より高い周波数では障害フラグがセットされません。その間の周波数では障害フラグがセットされることもあります。
- (注4) LFXT1オシレータのEMIを改善するため、次のガイドラインに従って下さい。
- ー デバイスとクリスタルの間の配線はできるだけ短くする。
 - ー オシレータ端子の周辺は、良好なグランド・プレーンとなるように設計する。
 - ー 他のクロック又はデータ・ラインからオシレータ端子XIN及びXOUTへのクロストークを防止する。
 - ー XIN及びXOUT端子の下側又は近くにプリント基板の配線を走らせないようにする。
 - ー オシレータ端子XIN及びXOUTの寄生負荷を防止するための組み立て材料及び組み立て方法を使用する。
 - ー コーティングを使用する場合は、それがオシレータ端子間に容量/抵抗リークを誘導しないこと。
 - ー シリアル・プログラミング・アダプタを使用するために、XOUTラインをJTAGヘッダへ配線しない。
- この信号は、シリアル・プログラミング・アダプタには必要ありません。

クリスタル・オシレータ、LFXT1、高周波数モード

パラメータ	測定条件	V _{cc}	最小	標準	最大	単位	
f _{XT1}	XT1オシレータ・クリスタル周波数	XTS_FLL = 1, セラミック・レゾネータ	1.8 V〜3.6 V	0.45	4	MHz	
			2.7 V〜3.6 V	0.45	8		
f _{XT1}	XT1オシレータ・クリスタル周波数	XTS_FLL = 1, クリスタル	1.8 V〜3.6 V	1	4	MHz	
			2.7 V〜3.6 V	1	8		
C _{L, eff}	内部有効負荷容量(注1)	XTS_FLL = 1, XCAPx = 0 (注2)		1		pF	
	デューティ比	P1.4/ACLKで測定	2.2 V/3 V	40	50	60	%

- (注1) ボンド及びパッケージの寄生容量を含みます(約2 pF/端子)。プリント基板には容量が付加されますので、ACLK周波数を測定することによって正確な負荷を検証することを推奨します。正確な測定のため、有効負荷容量は常に使用するクリスタルの規格に適合しなければなりません。
- (注2) 両方の端子に外部コンデンサを必要とします。値はクリスタル・メーカーによって規定されます。

電気的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）
クリスタル・オシレータ、XT2オシレータ（注5）

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
f _{XT2,0} XT2オシレータ・クリスタル周波数(モード0)	XT2Sx = 0	1.8 V~3.6 V	0.4		1	MHz
f _{XT2,1} XT2オシレータ・クリスタル周波数(モード1)	XT2Sx = 1	1.8 V~3.6 V	1		4	MHz
f _{XT2,2} XT2オシレータ・クリスタル周波数(モード2)	XT2Sx = 2	1.8 V~3.6 V	2		10	MHz
		2.2 V~3.6 V	2		12	
		3.0 V~3.6 V	2		16	
f _{XT2,logic} XT2オシレータ・ロジック・レベル矩形波入力周波数	XT2Sx = 3	1.8 V~3.6 V	0.4		10	MHz
		2.2 V~3.6 V	0.4		12	
		3.0 V~3.6 V	0.4		16	
OA _{XT2} HFクリスタル発振許容値(注16)	XT2Sx = 0, f _{XT2} = 1 MHz, C _{L,eff} = 15 pF			2700		Ω
	XT2Sx = 1, f _{LFX1,HF} = 4 MHz, C _{L,eff} = 15 pF			800		
	XT2Sx = 2, f _{LFX1,HF} = 16 MHz, C _{L,eff} = 15 pF			300		
C _{L,eff} 内部有効負荷容量(注1)	(注2)			1		PF
デューティ比	P1.4/ACLKで測定, f _{XT2} = 10 MHz	2.2 V/3 V	40	50	60	%
	P1.4/ACLKで測定, f _{XT2} = 16 MHz	3 V	40	50	60	
f _{Fault,XT2} オシレータ障害周波数(注4)	XT2Sx = 3 (注3)	2.2 V/3 V	30		300	kHz

- (注1) ボンド及びパッケージの寄生容量を含みます(約2 pF/端子)。
プリント基板には容量が付加されますので、ACLK周波数を測定することによって正確な負荷を検証することを推奨します。正確な測定のため、有効負荷容量は常に使用するクリスタルの規格に適合しなければなりません。
- (注2) 両方の端子に外部コンデンサを必要とします。値はクリスタル・メーカーによって規定されます。
- (注3) ロジック・レベル入力周波数で測定しますが、クリスタルでの動作にも適用されます。
- (注4) 規格の最小値より低い周波数では障害フラグがセットされ、最大値より高い周波数では障害フラグがセットされません。その間の周波数では障害フラグがセットされることもあります。
- (注5) XT2オシレータのEMIを改善するため、次のガイドラインに従ってください。
- ー デバイスとクリスタルの間の配線はできるだけ短くする。
 - ー オシレータ端子の周辺は、良好なグランド・プレーンとなるように設計する。
 - ー 他のクロック又はデータ・ラインからオシレータ端子XIN及びXOUTへのクロストークを防止する。
 - ー XIN及びXOUT端子の下側又は近くにプリント基板の配線を走らせないようにする。
 - ー オシレータ端子XIN及びXOUTの寄生負荷を防止するための組み立て材料及び組み立て方法を使用する。
 - ー コーティングを使用する場合は、それがオシレータ端子間に容量/抵抗リークを誘導しないこと。
 - ー シリアル・プログラミング・アダプタを使用するために、XOUTラインをJTAGヘッダへ配線しない。
この信号は、シリアル・プログラミング・アダプタには必要ありません。

電気的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）

代表特性 - XT2オシレータ

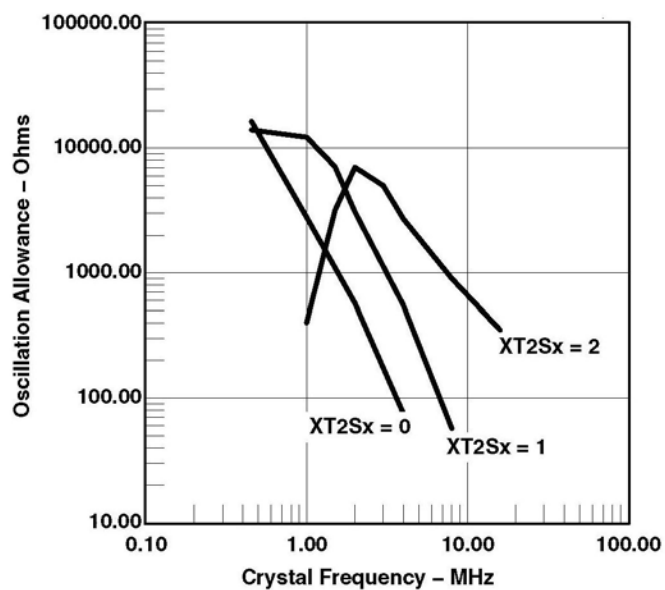


図16. クリスタル周波数対発振許容値 ($C_{L, eff} = 15 \text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

電気的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）
ウェークアップLPM3

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
t _d (LPM3) 遅延時間	f = 1 MHz	2.2 V/3 V			6	μs
	f = 2 MHz				6	
	f = 3 MHz				6	

LCD_A

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
V _{CC(LCD)} 電源電圧範囲	チャージ・ポンプはイネーブル (LCDCPEN = 1, VLCDx > 0000)		2.2		3.6	V
C _{LCD} LCDCAPコンデンサ(注1)	チャージ・ポンプはイネーブル (LCDCPEN = 1, VLCDx > 0000)		4.7			μF
I _{CC(LCD)} 電源電流	V _{LCD(typ)} = 3 V, LCDCPEN = 1, VLCDx = 1000, 全セグメントはオン, f _{LCD} = f _{ACLK} /32, LCDは接続なし(注2), T _A = 25°C	2.2 V		3.8		μA
f _{LCD} LCD周波数					1.1	kHz
V _{LCD} LCD電圧	VLCDx = 0000			V _{CC}		V
	VLCDx = 0001			2.60		
	VLCDx = 0010			2.66		
	VLCDx = 0011			2.72		
	VLCDx = 0100			2.78		
	VLCDx = 0101			2.84		
	VLCDx = 0110			2.90		
	VLCDx = 0111			2.96		
	VLCDx = 1000			3.02		
	VLCDx = 1001			3.08		
	VLCDx = 1010			3.14		
	VLCDx = 1011			3.20		
	VLCDx = 1100			3.26		
	VLCDx = 1101			3.32		
	VLCDx = 1110			3.38		
	VLCDx = 1111			3.44	3.60	
R _{LCD} LCDドライバ出力インピーダンス	V _{LCD} = 3 V, LCDCPEN = 1, VLCDx = 1000, I _{LOAD} = ±10 μA	2.2 V			10	kΩ

(注1) 外部コンデンサが規定の最小値より小さい状態で内部チャージ・ポンプをイネーブルにすると、デバイスにダメージを与える可能性があります。

(注2) 実際にディスプレイを接続すると、LCDのサイズに応じて消費電流が増加します。

電気的特性(特記無き場合、推奨動作周囲温度範囲)(続き)

コンパレータ_A(注1)

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
I _(CC)	CAON = 1, CARSEL = 0, CAREF = 0	2.2 V	25	40	μA	
		3 V	45	60		
I _(Ref ladder/Ref diode)	CAON = 1, CARSEL = 0, CAREF = 1/2/3, P1. 6/CA0とP1. 7/CA1は無負荷	2.2 V	30	50	μA	
		3 V	45	80		
V _(Ref025) Voltage @ 0.25 V_{CC} node V_{CC}	PCA0 = 1, CARSEL = 1, CAREF = 1, P1. 6/CA0とP1. 7/CA1は無負荷	2.2 V/3 V	0.23	0.24	0.25	
V _(Ref050) Voltage @ 0.5 V_{CC} node V_{CC}	PCA0 = 1, CARSEL = 1, CAREF = 2, P1. 6/CA0とP1. 7/CA1は無負荷	2.2 V/3 V	0.47	0.48	0.5	
V _(RefVT) (図17, 18参照)	PCA0 = 1, CARSEL = 1, CAREF = 3, P1. 6/CA0とP1. 7/CA1は無負荷, T _A = 85℃	2.2 V	390	480	540	mV
		3 V	400	490	550	
V _{IC} 同相入力電圧範囲	CAON = 1	2.2 V/3 V	0	V _{CC} - 1		V
V _p -V _S オフセット電圧	(注2)	2.2 V/3 V	-30	30		mV
V _{hys} 入力ヒステリシス	CAON = 1	2.2 V/3 V	0	0.7	1.4	mV
t _(response LH and HL) (注3)	T _A = 25℃, オーバードライブ10 mV, フィルタなし:CAF = 0	2.2 V	80	165	300	ns
		3 V	70	120	240	
	T _A = 25℃, オーバードライブ10 mV, フィルタ付き:CAF = 1	2.2 V	1.4	1.9	2.8	μs
		3 V	0.9	1.5	2.2	

(注1) コンパレータ_A端子のリーク電流は、I_{lkg(Px.x)}の規格と同じです。

(注2) 入力オフセット電圧は、連続して測定する毎にCAEXビットを使ってコンパレータ_A入力を反転させることにより、キャンセルすることができます。2つの連続した測定値を加算します。

(注3) 応答時間は、コンパレータ_Aを前もってイネーブルにした(CAON = 1)状態で、入力電圧ステップを使用してP1.6/CA0で測定します。CAONを同時に設定する場合は、最大300 nsのセトリング時間が応答時間に加えられます。

電気的特性(特記無き場合、推奨動作周囲温度範囲)(続き)

代表特性

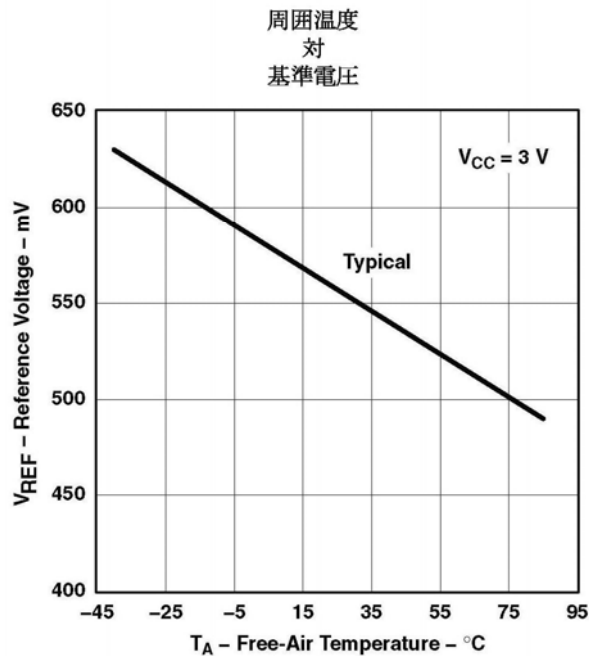


図17. 周囲温度対 $V_{(RefVT)}$

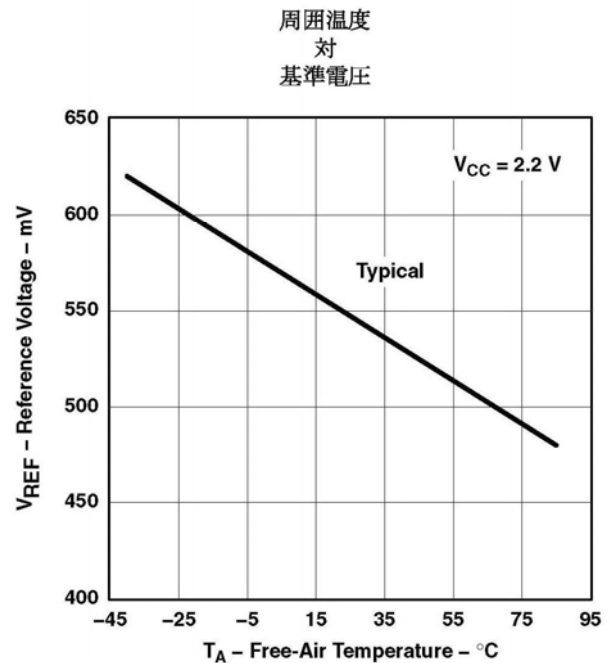


図18. 周囲温度対 $V_{(RefVT)}$

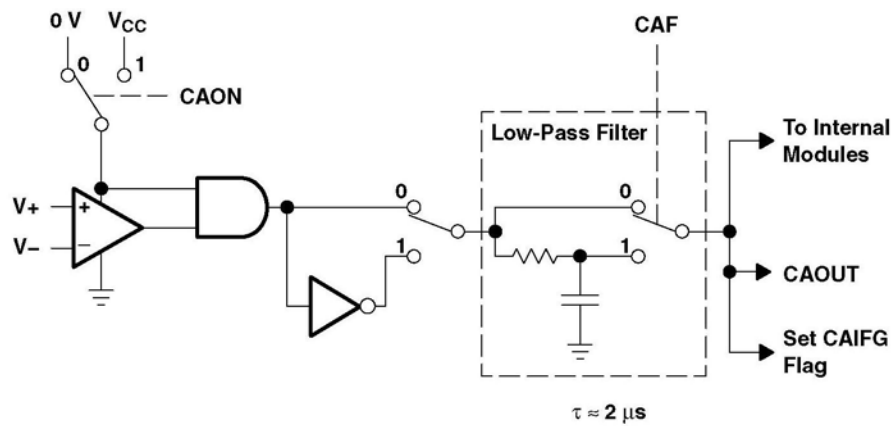


図19. コンパレータ_Aモジュールのブロック図

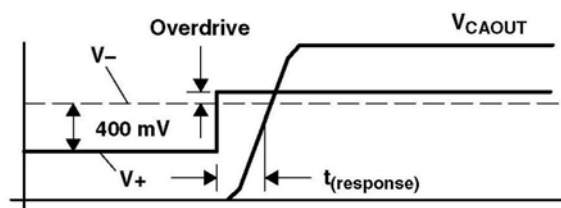


図20. オーバードライブの定義

電氣的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）

タイマ_A

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
f _{TA} タイマ_Aクロック周波数	内部: SMCLK, ACLK 外部: TACLK, INCLK デューティ比 = 50%±10%	2.2 V			10	MHz
		3 V			16	
t _{TA, cap} タイマ_Aキャプチャ・タイミ ング	TA0, TA1, TA2	2.2 V/3 V	20			ns

タイマ_B

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
f _{TB} タイマ_Bクロック周波数	内部: SMCLK, ACLK 外部: TBCLK デューティ比 = 50%±10%	2.2 V			10	MHz
		3 V			16	
t _{TB, cap} タイマ_Bキャプチャ・タイミ ング	TB0, TB1, TB2	2.2 V/3 V	20			ns

電気的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）
USCI (UARTモード)

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
f _{USCI} USCI入力クロック周波数	内部: SMCLK, ACLK 外部: UCLK デューティ比 = 50%±10%				f _{SYSTEM}	MHz
f _{BITCLK} BITCLKクロック周波数 (ボー・レート(MBaud)と同じ)		2.2 V/3 V			1	MHz
t _τ UART受信デグリッチ時間 (注1)		2.2 V	50	150	600	ns
		3 V	50	100	600	

(注1) UART受信デグリッチ時間より短いUART受信入力(UCxRX)のパルスは除去されます。パルスが確実に認識されるためには、パルス幅はデグリッチ時間の最大規格より大きくなければなりません。

USCI (SPIマスタ・モード) (図21, 22参照)

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
f _{USCI} USCI入力クロック周波数	SMCLK, ACLK デューティ比 = 50%±10%				f _{SYSTEM}	MHz
t _{SU, MI} SOMI入力データ・セットアップ時間		2.2 V	110			ns
		3 V	75			
t _{HD, MI} SOMI入力データ・ホールド時間		2.2 V	0			ns
		3 V	0			
t _{VALID, MO} SIMO出力データ有効時間	UCLKエッジ〜SIMO有効, C _L = 20 pF	2.2 V			30	ns
		3 V			20	

注: $f_{UCxCLK} = \frac{1}{2t_{LO/HI}}$ 但し $t_{LO/HI} \geq \max(t_{VALID, MO}(USCI) + t_{SU, SI}(Slave), t_{SU, MI}(USCI) + t_{VALID, SO}(Slave))$.

スレーブのパラメータ t_{SU, SI}(Slave) と t_{VALID, SO}(Slave) に関しては、付属のスレーブの SPI パラメータをご参照下さい。

USCI (SPIスレーブ・モード) (図23, 24参照)

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
t _{STE, LEAD} STE進み時間 STEロー〜クロック		2.2 V/3 V		50		ns
t _{STE, LAG} STE遅れ時間 最後のクロック〜STEハイ		2.2 V/3 V	10			ns
t _{STE, ACC} STEアクセス時間 STEロー〜SOMIデータ出力		2.2 V/3 V		50		ns
t _{STE, DIS} STEディスエーブル時間 STEハイ〜SOMIハイ・インピーダンス		2.2 V/3 V		50		ns
t _{SU, SI} SIMO入力データ・セットアップ時間		2.2 V	20			ns
		3 V	15			
t _{HD, SI} SIMO入力データ・ホールド時間		2.2 V	10			ns
		3 V	10			
t _{VALID, SO} SOMI出力データ有効時間	UCLKエッジ〜SOMI有効, C _L = 20 pF	2.2 V		75	110	ns
		3 V		50	75	

注: $f_{UCxCLK} = \frac{1}{2t_{LO/HI}}$ 但し $t_{LO/HI} \geq \max(t_{VALID, MO}(Master) + t_{SU, SI}(USCI), t_{SU, MI}(Master) + t_{VALID, SO}(USCI))$.

マスタのパラメータ t_{SU, MI}(Master) と t_{VALID, MO}(Master) に関しては、付属のマスタの SPI パラメータをご参照下さい。

電氣的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）

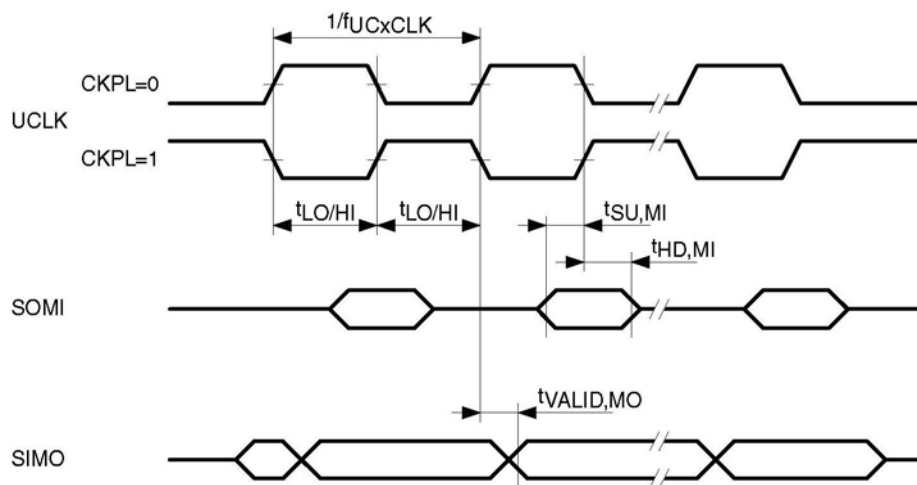


図21. SPI マスタ・モード、CKPH = 0

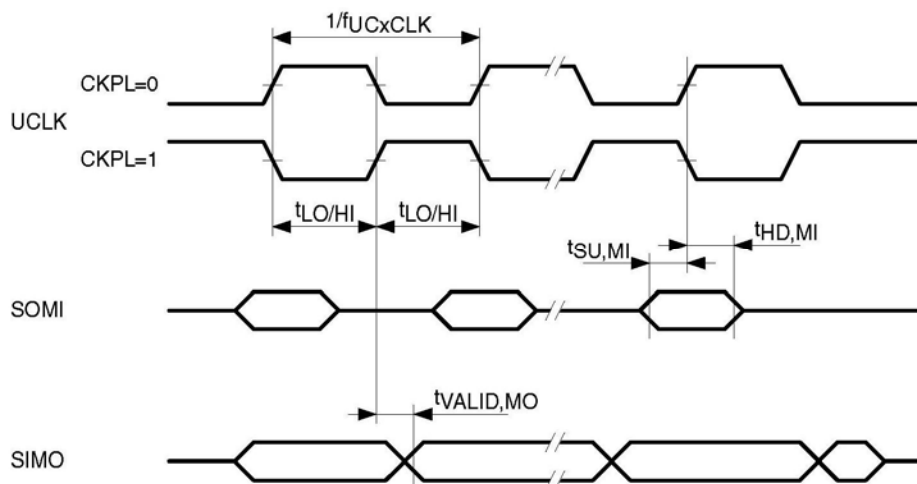


図22. SPI マスタ・モード、CKPH = 1

電氣的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）

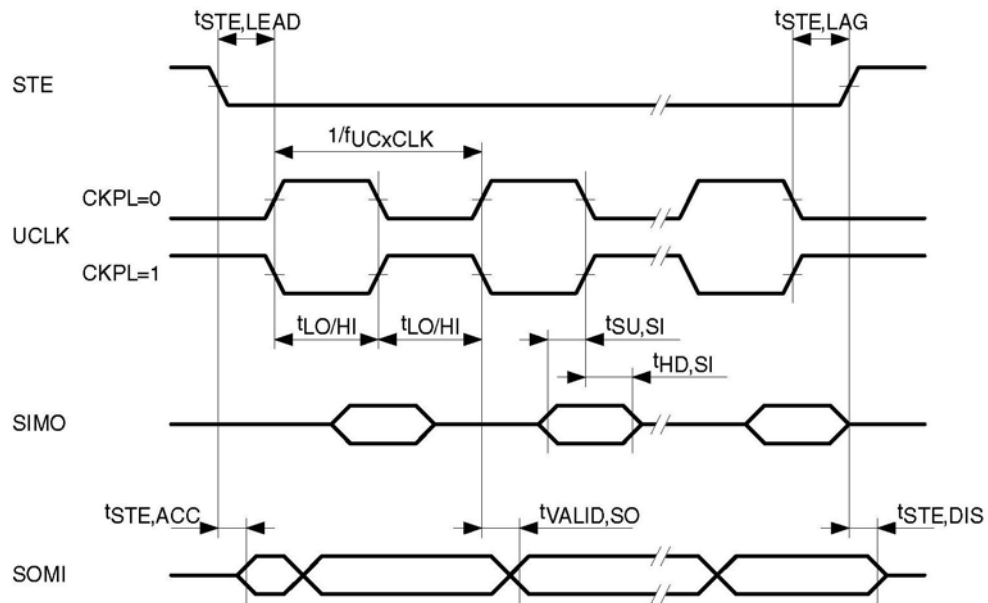


図23. SPIスレーブ・モード、CKPH = 0

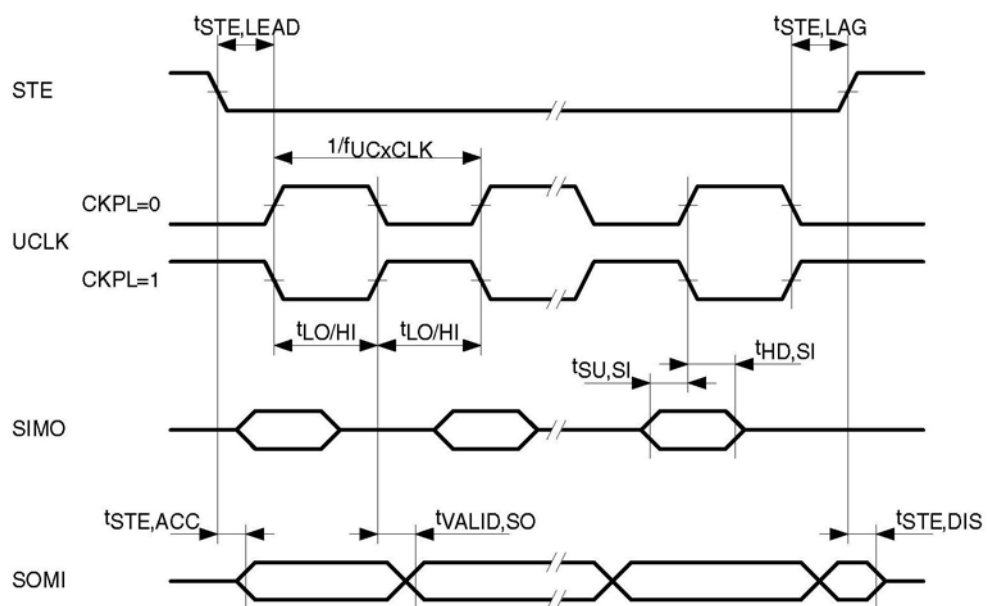


図24. SPIスレーブ・モード、CKPH = 1

電気的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）

USCI (I2Cモード) (図25参照)

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
f _{USCI} USCI入力クロック周波数	内部: SMCLK, ACLK 外部: UCLK デューティ比 = 50%±10%		f _{SYSTEM}			MHz
f _{SCL} SCLクロック周波数		2.2 V/3 V	0		400	kHz
t _{HD, STA} (繰り返し)スタート・ホールド時間	f _{SCL} ≤ 100 kHz	2.2 V/3 V	4			μs
	f _{SCL} > 100 kHz		0.6			
t _{SU, STA} 繰り返しスタート・セットアップ時間	f _{SCL} ≤ 100 kHz	2.2 V/3 V	4.7			μs
	f _{SCL} > 100 kHz		0.6			
t _{HD, DAT} データ・ホールド時間		2.2 V/3 V	0			ns
t _{SU, DAT} データ・セットアップ時間		2.2 V/3 V	250			ns
t _{SU, STO} ストップ・セットアップ時間		2.2 V/3 V	4.0			μs
t _{SP} 入力フィルタによって除去されるスパイクのパルス幅		2.2 V	50	150	600	ns
		3 V	50	100	600	

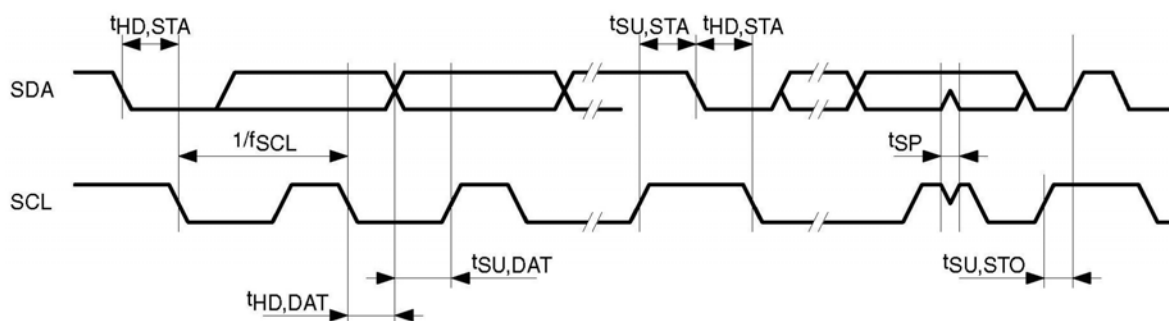


図25. I2Cモード・タイミング

電氣的特性（特記無き場合、推奨動作周囲温度範囲）
SD16_A、電源及び推奨動作条件

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
AV _{CC} アナログ電源電圧	AV _{CC} = DV _{CC} AV _{SS} = DV _{SS} = 0 V		2.5		3.6	V
I _{SD16} アナログ電源電流 （内部基準電圧を含む1つのアクティブSD16_Aチャネル）	SD16LP = 0, f _{SD16} = 1 MHz, SD160SR = 256	3 V		730	1050	μA
				810	1150	
				1160	1700	
	SD16LP = 1, f _{SD16} = 0.5 MHz, SD160SR = 256	3 V		720	1030	
				810	1150	
f _{SD16} アナログ・フロント・エンド入力クロック周波数	SD16LP = 0（ロー・パワー・モードはディスエーブル）	3 V	0.03	1	1.1	MHz
	SD16LP = 1（ロー・パワー・モードはイネーブル）	3 V	0.03	0.5		

SD16_A、入力範囲（注1）

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
V _{ID,FSR} 差動フル・スケール入力電圧範囲	バイポーラ・モード, SD16UNI = 0		-V _{REF} /2GAIN		+V _{REF} /2GAIN	mV
	ユニポーラ・モード, SD16UNI = 1		0		+V _{REF} /2GAIN	
V _{ID} 規定の性能のための差動入力電圧範囲（注2）	SD16REFON = 1			SD16GAIN _x = 1	±500	mV
				SD16GAIN _x = 2	±250	
				SD16GAIN _x = 4	±125	
				SD16GAIN _x = 8	±62	
				SD16GAIN _x = 16	±31	
				SD16GAIN _x = 32	±15	
Z _I 入力インピーダンス（1入力端子対AV _{SS} ）	F _{SD16} = 1 MHz	3 V		SD16GAIN _x = 1	200	kΩ
				SD16GAIN _x = 32	75	
Z _{ID} 差動入力インピーダンス（IN+～IN-）	F _{SD16} = 1 MHz	3 V		SD16GAIN _x = 1	300 400	kΩ
				SD16GAIN _x = 32	100 150	
V _I 絶対入力電圧範囲			AV _{SS} - 1 V		AV _{CC}	V
V _{IC} 同相入力電圧範囲			AV _{SS} - 1 V		AV _{CC}	V

（注1） すべてのパラメータは、各SD16_Aチャネルに適用されます。

（注2） アナログ入力範囲は、V_{REF}に印加される基準電圧に依存します。V_{REF}が外部から供給される場合は、フル・スケール範囲は、V_{FSR+} = +(V_{REF}/2)/GAIN及びV_{FSR-} = -(V_{REF}/2)/GAINで定義されます。アナログ入力範囲は、V_{FSR+}又はV_{FSR-}の80%を超えてはいけません。

電氣的特性（特記無き場合、推奨動作周囲温度範囲）（続き）

SD16_A、特性 ($f_{SD16} = 1 \text{ MHz}$, $SD16OSR_x = 256$, $SD16REFON = 1$)

パラメータ	測定条件	V_{CC}	最小	標準	最大	単位
SINAD S/N + 歪み率	SD16GAIN _x = 1, 信号振幅 $V_{PP} = 500 \text{ mV}$	3 V	83	85		dB
	SD16GAIN _x = 2, 信号振幅 $V_{PP} = 250 \text{ mV}$		81	84		
	SD16GAIN _x = 4, 信号振幅 $V_{PP} = 125 \text{ mV}$		76	79		
	SD16GAIN _x = 8, 信号振幅 $V_{PP} = 62 \text{ mV}$		70	75		
	SD16GAIN _x = 16, 信号振幅 $V_{PP} = 31 \text{ mV}$		66	70		
	SD16GAIN _x = 32, 信号振幅 $V_{PP} = 15 \text{ mV}$		62	65		
G 公称ゲイン	SD16GAIN _x = 1	3 V	0.97	1.00	1.02	
	SD16GAIN _x = 2		1.90	1.96	2.02	
	SD16GAIN _x = 4		3.76	3.86	3.96	
	SD16GAIN _x = 8		7.36	7.62	7.84	
	SD16GAIN _x = 16		14.56	15.04	15.52	
	SD16GAIN _x = 32		27.20	28.35	29.76	
E_{OS} オフセット誤差	SD16GAIN _x = 1	3 V			± 0.2	%FSR
	SD16GAIN _x = 32				± 1.5	
dE_{OS}/dT オフセット誤差 の温度係数	SD16GAIN _x = 1	3 V		± 4	± 20	ppm FSR/°C
	SD16GAIN _x = 32			± 20	± 100	
CMRR 同相信号除去比	SD16GAIN _x = 1, 同相入力信号: $V_{ID} = 500 \text{ mV}$, $f_{IN} = 50 \text{ Hz}$, 100 Hz	3 V		>90		dB
	SD16GAIN _x = 32, 同相入力信号: $V_{ID} = 16 \text{ mV}$, $f_{IN} = 50 \text{ Hz}$, 100 Hz			>75		
AC PSRR AC電源電圧変動 除去比	SD16GAIN _x = 1, $V_{CC} = 3 \text{ V} \pm 100 \text{ mV}$, $f_{V_{CC}} = 50 \text{ Hz}$	3 V		>80		dB
X_T クロストーク	SD16GAIN _x = 1, $V_{ID} = 500 \text{ mV}$, $f_{IN} = 50 \text{ Hz}$, 100 Hz	3 V		<-100		dB

(注1) 次の電圧がSD16入力に印加されます:

$$V_{IN, A^+}(t) = 1.2V + V_{PP}/2 \times \sin(2\pi \times f_{IN} \times t)$$

$$V_{IN, A^-}(t) = 1.2V - V_{PP}/2 \times \sin(2\pi \times f_{IN} \times t)$$

$$\text{その結果、差動電圧 } V_{diff} = V_{IN, A^+}(t) - V_{IN, A^-}(t) = V_{PP} \times \sin(2\pi \times f_{IN} \times t)$$

(注2) SD16_AのSINAD特性は変更されることがあります。正誤表(errata sheet)をご参照下さい。

電気的特性（特記無き場合、推奨動作周囲温度範囲）（続き）

代表特性 - OSR（オーバーサンプリング・レート）におけるSD16_A SNR/SINAD特性

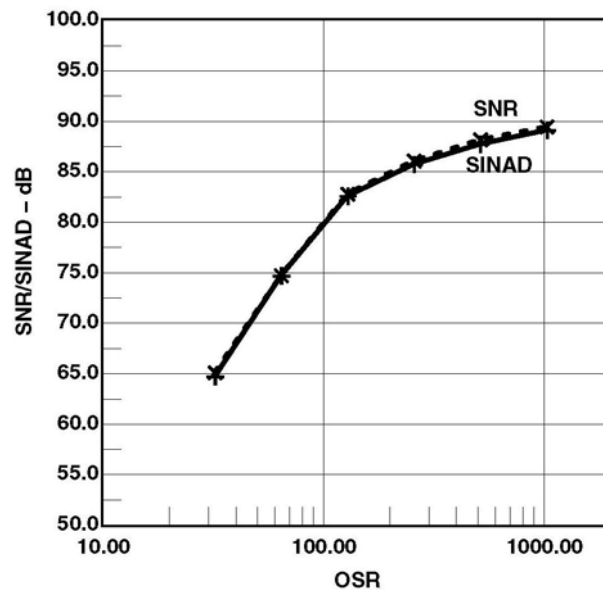


図26. OSRにおけるSNR/SINAD特性, $f_{SD16} = 1 \text{ MHz}$, $SD16REFON = 1$, $SD16GAINx = 1$
 $V_{IN}(t) = 1.2V + 500mV \times \sin(2\pi \times 50Hz \times t)$

SD16_A、温度センサと内蔵 V_{CC} 検出

パラメータ	測定条件	V_{CC}	最小	標準	最大	単位
TC_{Sensor} センサ温度係数			1.18	1.32	1.46	mV/K
$V_{Offset, sensor}$ センサ・オフセット電圧			-100		100	mV
V_{Sensor} センサ出力電圧 (注2)	$T_A = 85^\circ\text{C}$ での温度センサ電圧	3 V	435	475	515	mV
	$T_A = 25^\circ\text{C}$ での温度センサ電圧		355	395	435	
	$T_A = 0^\circ\text{C}$ での温度センサ電圧		320	360	400	
$V_{CC, SENSE}$ 入力5の V_{CC} ディバイダ	$f_{SD16} = 32 \text{ kHz}$, $SD16OSRx = 256$, $SD16REFON = 1$		0.08	1/11	0.10	V_{CC}
$R_{SOURCE, VCC}$ 入力5の V_{CC} ディバイダの 信号源抵抗				500		k Ω

(注1) 温度センサ出力電圧は次式で計算することができます。

$$V_{Sensor, typ} = TC_{Sensor} (273 + T[^\circ\text{C}]) + V_{Offset, sensor} \text{ [mV]}$$

(注2) 数値は、 TC_{Sensor} 又は $V_{Offset, sensor}$ を使用した計算ではなく、特性評価（及び／又は）量産テストに基づいています。

$f_{SD16} = 1 \text{ MHz}$, $SD16OSRx = 256$, $SD16REFON = 1$ で測定されます。

電気的特性（特記無き場合、推奨動作周囲温度範囲）（続き）

SD16_A、内部基準電圧

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
V _{REF} 内部基準電圧	SD16REFON = 1, SD16VMIDON = 0	3 V	1.14	1.20	1.26	V
I _{REF} 基準電圧電流	SD16REFON = 1, SD16VMIDON = 0	3 V		175	260	μA
TC 温度係数	SD16REFON = 1, SD16VMIDON = 0 (注1)	3 V		18	50	ppm/K
C _{REF} V _{REF} 負荷容量	SD16REFON = 1, SD16VMIDON = 0 (注2)			100		nF
I _{LOAD} V _{REF(1)} 最大負荷電流	SD16REFON = 1, SD16VMIDON = 0	3 V			±200	nA
t _{ON} ターン・オン時間	SD16REFON = 0 → 1, SD16VMIDON = 0, C _{REF} = 100 nF	3 V		5		ms
DC PSR DC電源電圧変動除去 ΔV _{REF} /ΔV _{CC}	SD16REFON = 1, SD16VMIDON = 0, V _{CC} = 2.5 V ~ 3.6 V			100		μV/V

(注1) ボックス法を用いて計算されています。: (MAX(−40°C...85°C) − MIN(−40°C...85°C)) / MIN(−40°C...85°C) / (85°C − (−40°C))

(注2) V_{REF}にはコンデンサは必要ありませんが、基準電圧ノイズを低減するために少なくとも100 nFのコンデンサを接続することを推奨します。

SD16_A、基準電圧出力バッファ

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
V _{REF, BUF} 基準電圧バッファ出力電圧	SD16REFON = 1, SD16VMIDON = 1	3 V		1.2		V
I _{REF, BUF} 基準電圧 + 基準電圧出力バッファ静止電流	SD16REFON = 1, SD16VMIDON = 1	3 V		385	600	μA
C _{REF(0)} V _{REF} に必要な負荷容量	SD16REFON = 1, SD16VMIDON = 1			470		nF
I _{LOAD, Max} V _{REF} 最大負荷電流	SD16REFON = 1, SD16VMIDON = 1	3 V			±1	mA
負荷電流に対する最大基準電圧変動	I _{LOAD} = 0 mA ~ 1 mA	3 V	−15		+15	mV
t _{ON} ターン・オン時間	SD16REFON = 0 → 1, SD16VMIDON = 0 → 1, C _{REF} = 470 nF	3 V		100		μs

SD16_A、外部基準電圧入力

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
V _{REF(1)} 入力電圧	SD16REFON = 0	3 V	1.0	1.25	1.5	V
I _{REF(1)} 入力電流	SD16REFON = 0	3 V			50	nA

電気的特性（特記無き場合、推奨電源電圧及び動作周囲温度範囲）（続き）
フラッシュ・メモリ

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
V _{CC(PGM/ERASE)} プログラム及び消去電源電圧			2.2		3.6	V
f _{FTG} フラッシュ・タイミング発生器周波数			257		476	kHz
I _{PGM} プログラム時消費電流 (V _{CC})		2.2 V/3.6 V		3	5	mA
I _{ERASE} 消去時消費電流 (V _{CC})		2.2 V/3.6 V		3	7	mA
t _{CPT} 累積プログラム時間 (注1)		2.2 V/3.6 V			10	ms
t _{CMErase} 累積一括消去時間		2.2 V/3.6 V	20			ms
プログラム/消去回数			10 ⁴	10 ⁵		cycles
t _{Retention} データ保持期間	T _J = 25°C		100			years
t _{Word} ワード又はバイト・プログラム時間	(注2)			30		t _{FTG}
t _{Block, 0} 先頭バイト又はワードのブロック・プログラム時間				25		
t _{Block, 1-63} 各後続バイト又はワードのブロック・プログラム時間				18		
t _{Block, End} ブロック・プログラム終了シーケンスのウェイト時間				6		
t _{Mass Erase} 一括消去時間				10593		
t _{Seg Erase} セグメント消去時間				4819		

(注1) 64バイトのフラッシュ・ブロック書き込み動作時は、累積プログラム時間を超えてはいけません。このパラメータは、個々のワード/バイト書き込み及びブロック書き込みモードのすべてのプログラミング方法に適用されます。

(注2) これらの値は、フラッシュ・コントローラのステート・マシンにハード・ワイヤードされています (t_{FTG} = 1/f_{FTG})。

RAM

パラメータ	測定条件	最小	標準	最大	単位
V _(RAMb) RAMデータ保持電源電圧 (注1)	CPU停止時	1.6			V

(注1) このパラメータは、RAMのデータが保持される時の最小電源電圧を定義します。この電源電圧の条件ではプログラムを実行させないで下さい。

JTAGインタフェース

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
f _{TCK} TCK入力周波数	(注1)	2.2 V	0		5	MHz
		3 V	0		10	
R _{Internal} TMS, TCK, TDI/TCLKの内部プルアップ抵抗	(注2)	2.2 V/3 V	20	35	50	kΩ

(注1) f_{TCK}は、選択されたモジュールのタイミング条件に適合するように制限されます。

(注2) TMS, TDI/TCLK, 及びTCKのプルアップ抵抗は、すべてのバージョンに内蔵されています。

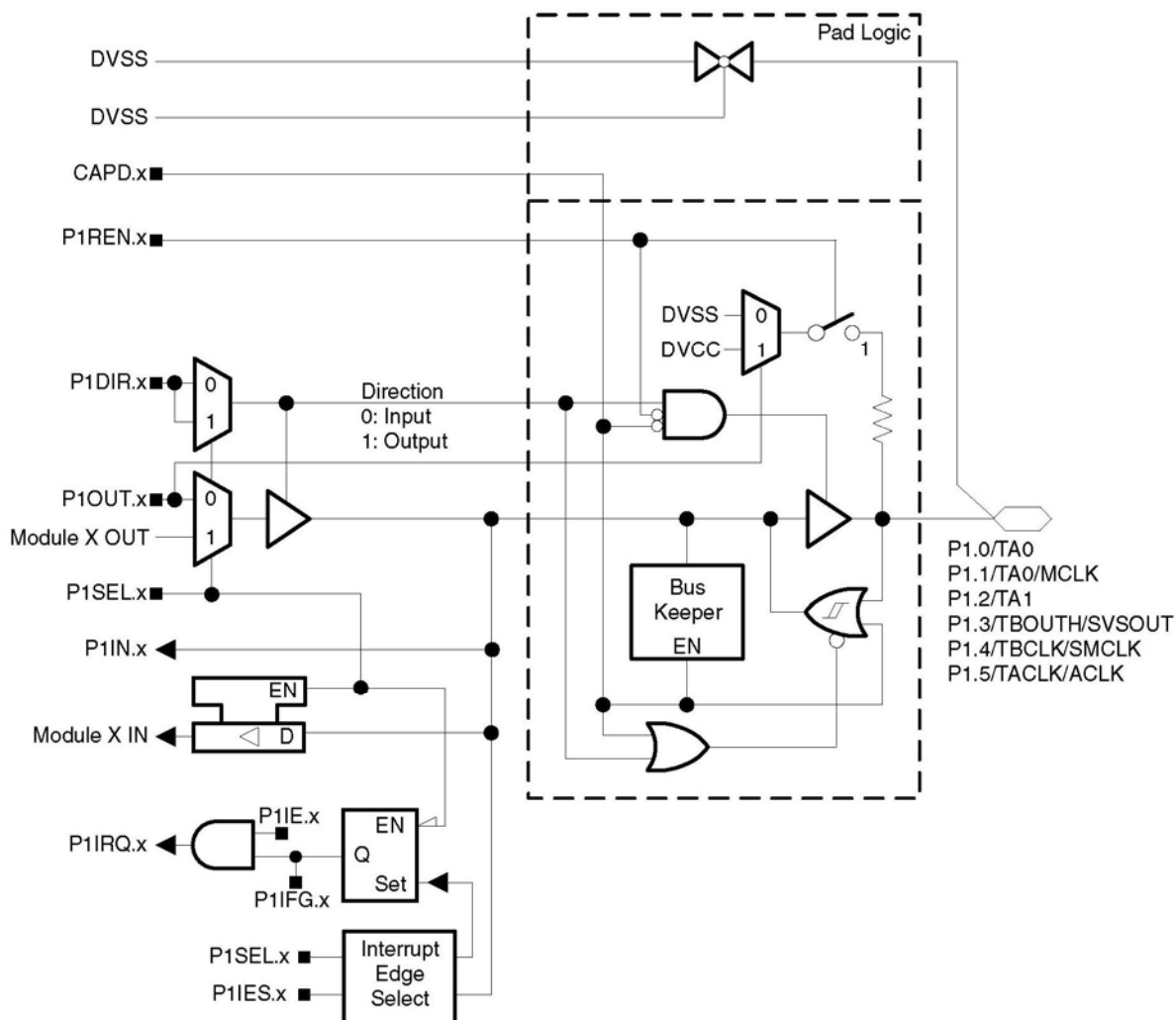
JTAGヒューズ (注1)

パラメータ	測定条件	V _{CC}	最小	標準	最大	単位
V _{CC(FB)} ヒューズ切断時の電源電圧	T _A = 25°C		2.5			V
V _{FB} ヒューズ切断電圧 (TDI/TCLK)			6		7	V
I _{FB} ヒューズ切断時の消費電流 (TDI/TCLK)					100	mA
t _{FB} ヒューズ切断時間					1	ms

(注1) ヒューズが切断されると、二度とMSP430 JTAG/テスト及びエミュレーション機能へアクセスすることができなくなり、JTAGはバイパス・モードに切り替わります。

アプリケーション情報

ポートP1 (P1.0~P1.5)、シュミット・トリガ入力/出力



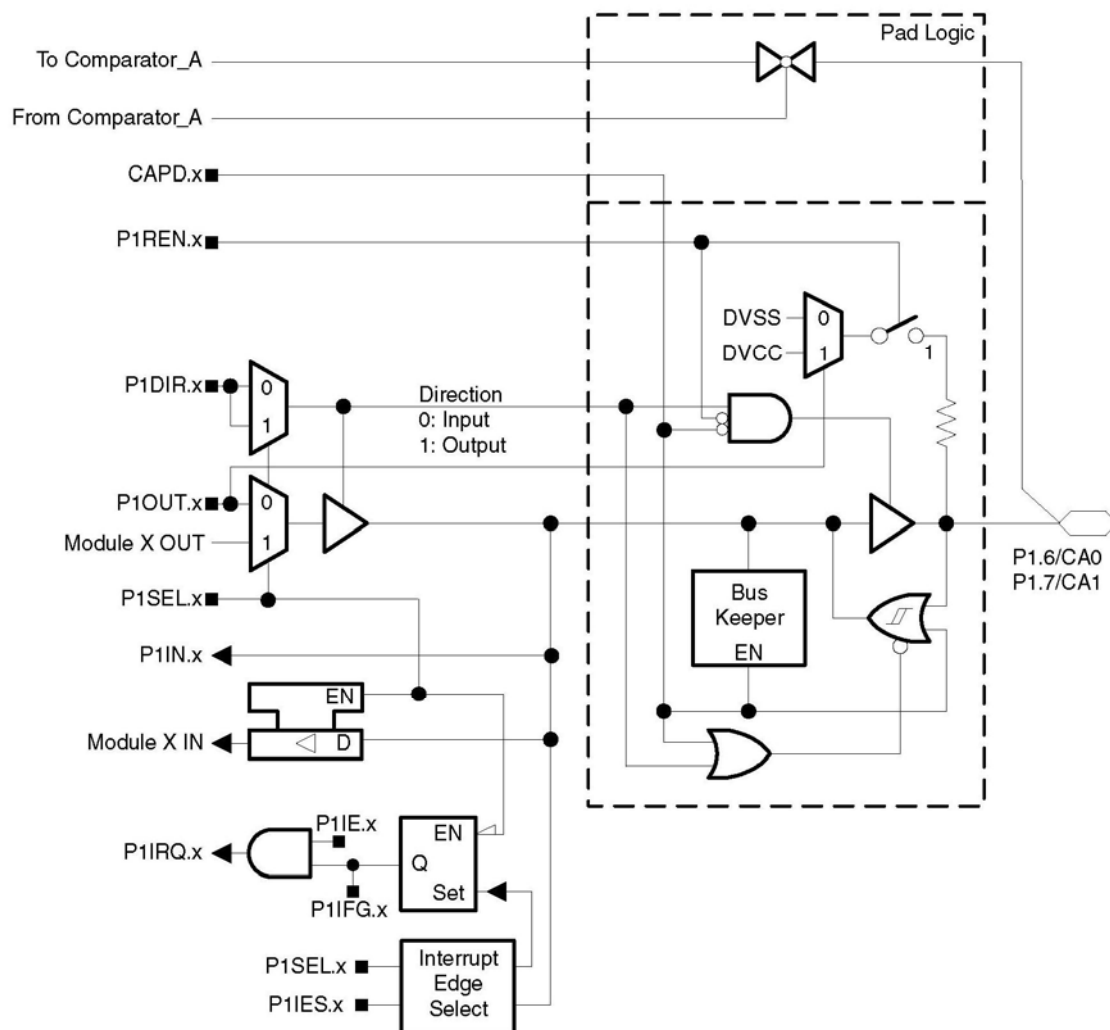
ポートP1 (P1.0～P1.5) 端子機能

端子名 (P1.X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P1DIR.x	P1SEL.x	CAPD.x
P1.0/TA0	0	P1.0 (I/O)	I:0, O:1	0	0
		タイマ_A3. CCI0A	0	1	0
		タイマ_A3. TA0	1	1	0
		入力バッファはディスエーブル (注1, 2)	X	X	1
P1.1/TA0/MCLK	1	P1.1 (I/O)	I:0, O:1	0	0
		タイマ_A3. CCI0B	0	1	0
		MCLK	1	1	0
		入力バッファはディスエーブル (注1, 2)	X	X	1
P1.2/TA1	2	P1.2 (I/O)	I:0, O:1	0	0
		タイマ_A3. CCI1A	0	1	0
		タイマ_A3. TA1	1	1	0
		入力バッファはディスエーブル (注1, 2)	X	X	1
P1.3/ TBOUTH/SVSOUT	3	P1.3 (I/O)	I:0, O:1	0	0
		タイマ_B7. TBOUTH	0	1	0
		SVSOUT	1	1	0
		入力バッファはディスエーブル (注1, 2)	X	X	1
P1.4/TBCLK/SMCLK	4	P1.4 (I/O)	I:0, O:1	0	0
		タイマ_B7. TBCLK	0	1	0
		SMCLK	1	1	0
		入力バッファはディスエーブル (注1, 2)	X	X	1
P1.5/TACLK/ACLK	5	P1.5 (I/O)	I:0, O:1	0	0
		タイマ_A3. TACLK	0	1	0
		ACLK	1	1	0
		入力バッファはディスエーブル (注1, 2)	X	X	1

(注1) X: 関係ありません。

(注2) CAPD.x ビットを設定すると、アナログ信号を印加した場合に寄生貫通電流を防止するため、入力シュミット・トリガと同様に出力ドライバはディスエーブルとなります。

ポートP1 (P1.6～P1.7)、シュミット・トリガ入力／出力



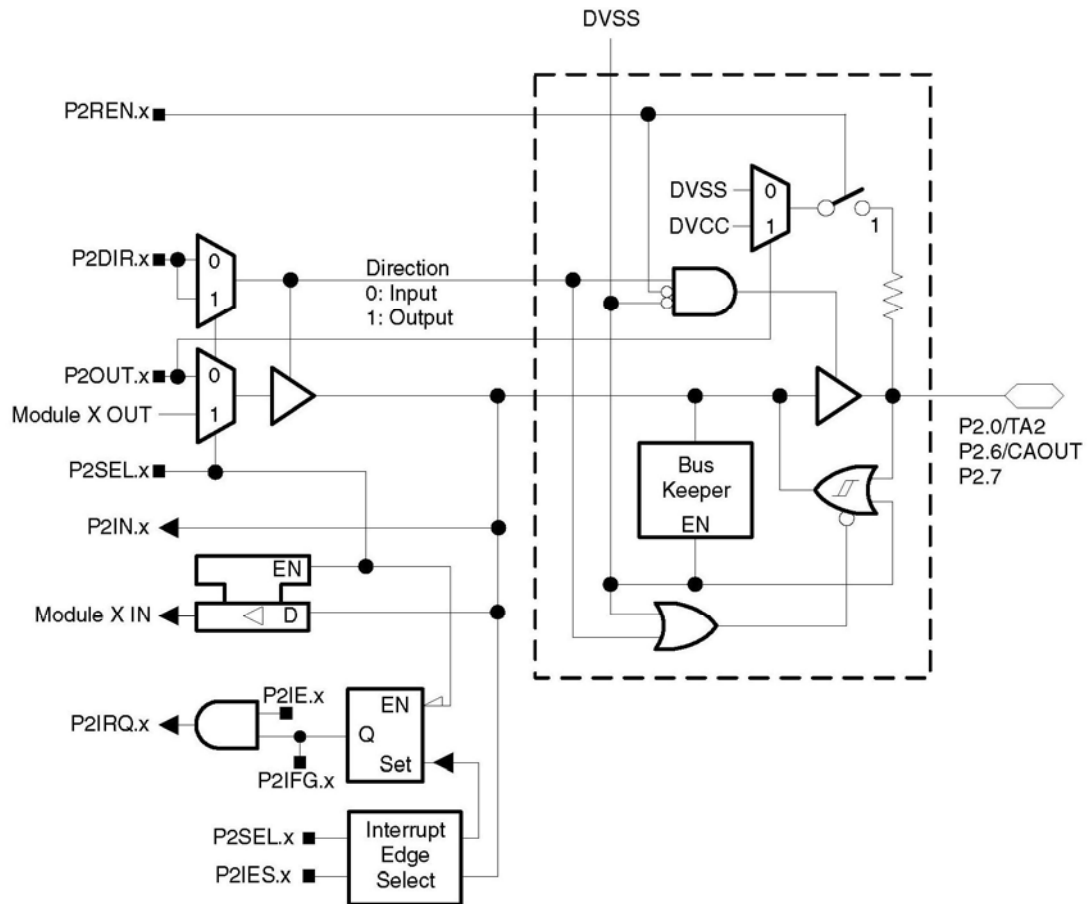
ポートP1 (P1.6～P1.7) 端子機能

端子名 (P1.X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P1DIR.x	P1SEL.x	CAPD.x
P1.6/CA0	6	P1.6 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		CA0 (注1, 2)	X	X	1
P1.7/CA1	7	P1.7 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		CA1 (注1, 2)	X	X	1

(注1) X: 関係ありません。

(注2) CAPD.x ビットを設定すると、アナログ信号を印加した場合に寄生貫通電流を防止するため、入力シュミット・トリガと同様に出力ドライバはディスエーブルとなります。

ポートP2 (P2. 0, P2. 6~P2. 7)、シュミット・トリガ入力／出力

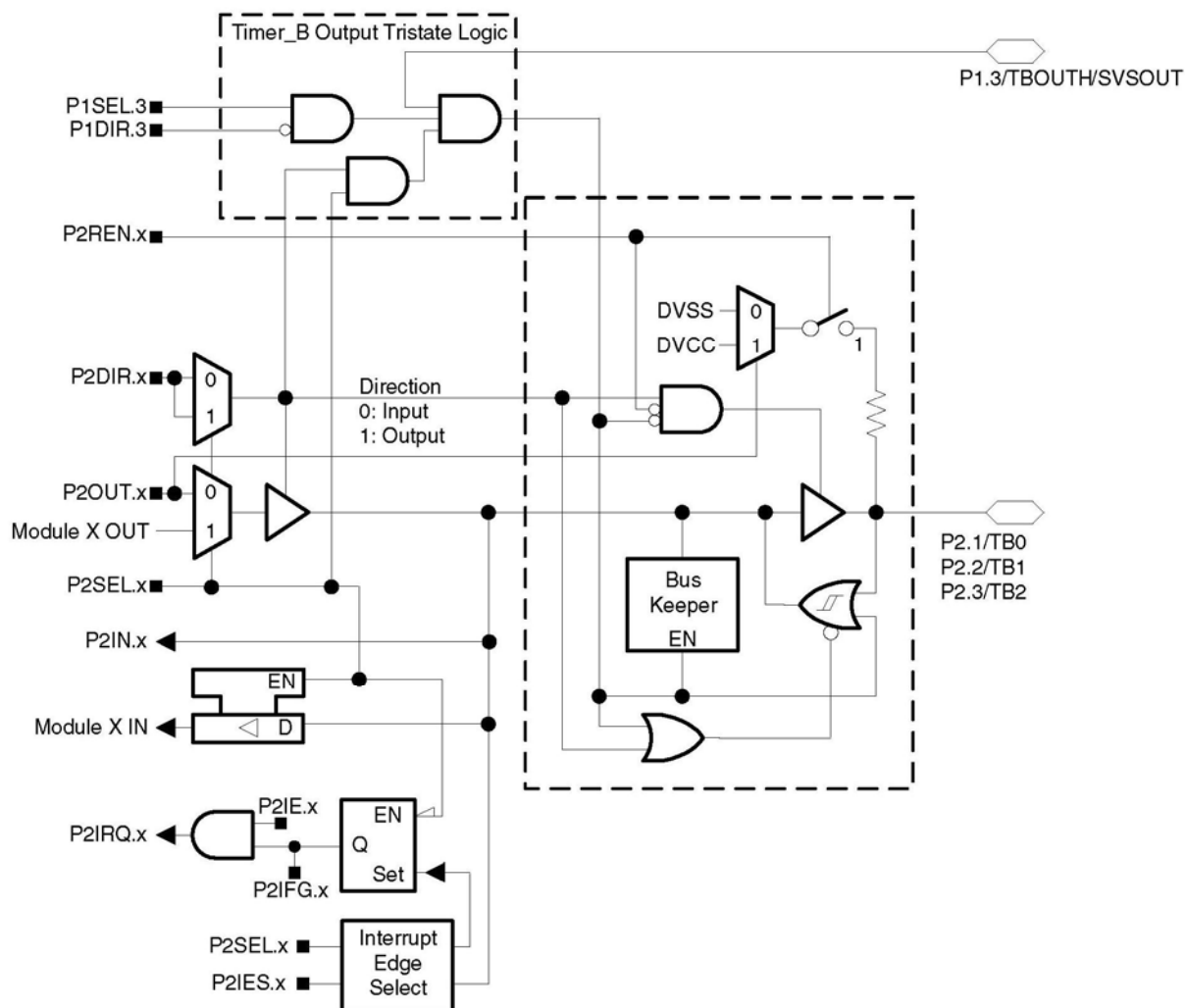


ポートP2 (P2. 0, P2. 6~P2. 7) 端子機能

端子名 (P2. X)	X	機 能	制御ビット／信号	
			P2DIR. x	P2SEL. x
P2. 0/TA2	0	P2. 0 (I/O)	I:0, 0:1	0
		タイマ_A3. CCI2A	0	1
		タイマ_A3. TA2	1	1
P2. 6/CAOUT	6	P2. 6 (I/O)	I:0, 0:1	0
		N/A (注1)	0	1
		CAOUT	1	1
P2. 7	7	P2. 7 (I/O)	I:0, 0:1	0
		N/A (注1)	0	1
		DVSS	1	1

(注1) N/A : 使用不可又は未使用

ポートP2 (P2. 1～P2. 3)、シュミット・トリガ入力／出力

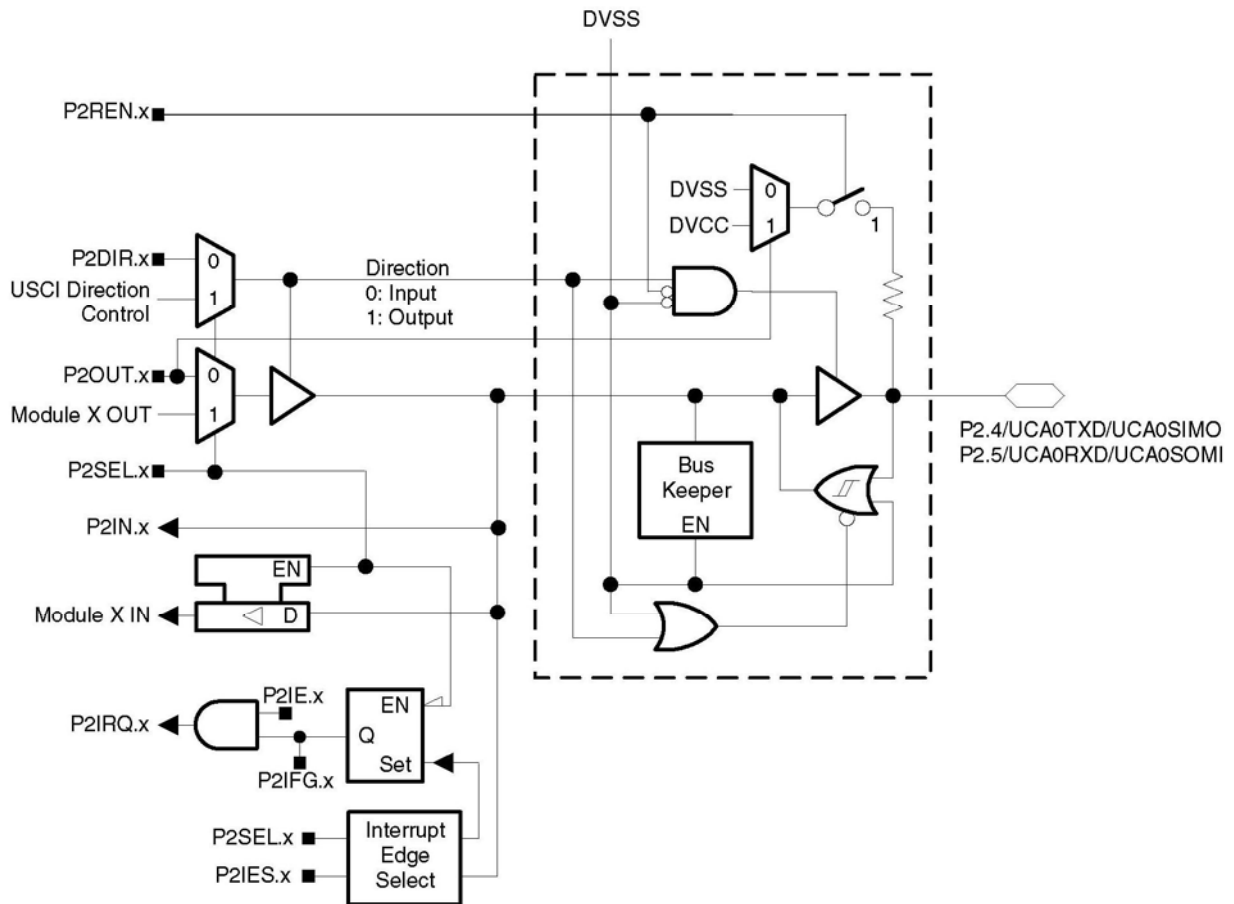


ポートP2 (P2. 1～P2. 3) 端子機能

端子名 (P2. X)	X	機 能	制御ビット／信号	
			P2DIR. x	P2SEL. x
P2. 1/TB0	1	P2. 1 (I/O)	I:0, 0:1	0
		タイマ_B7. CCI0Aとタイマ_B7. CCI0B	0	1
		タイマ_B7. TB0 (注1)	1	1
P2. 2/TB1	2	P2. 2 (I/O)	I:0, 0:1	0
		タイマ_B7. CCI1Aとタイマ_B7. CCI1B	0	1
		タイマ_B7. TB1 (注1)	1	1
P2. 3/TB2	3	P2. 3 (I/O)	I:0, 0:1	0
		タイマ_B7. CCI2Aとタイマ_B7. CCI2B	0	1
		タイマ_B7. TB2 (注1)	1	1

(注1) TBOUTHを設定すると、すべてのタイマ_B出力はハイ・インピーダンスに設定されます。

ポートP2 (P2. 4～P2. 5)、シュミット・トリガ入力／出力



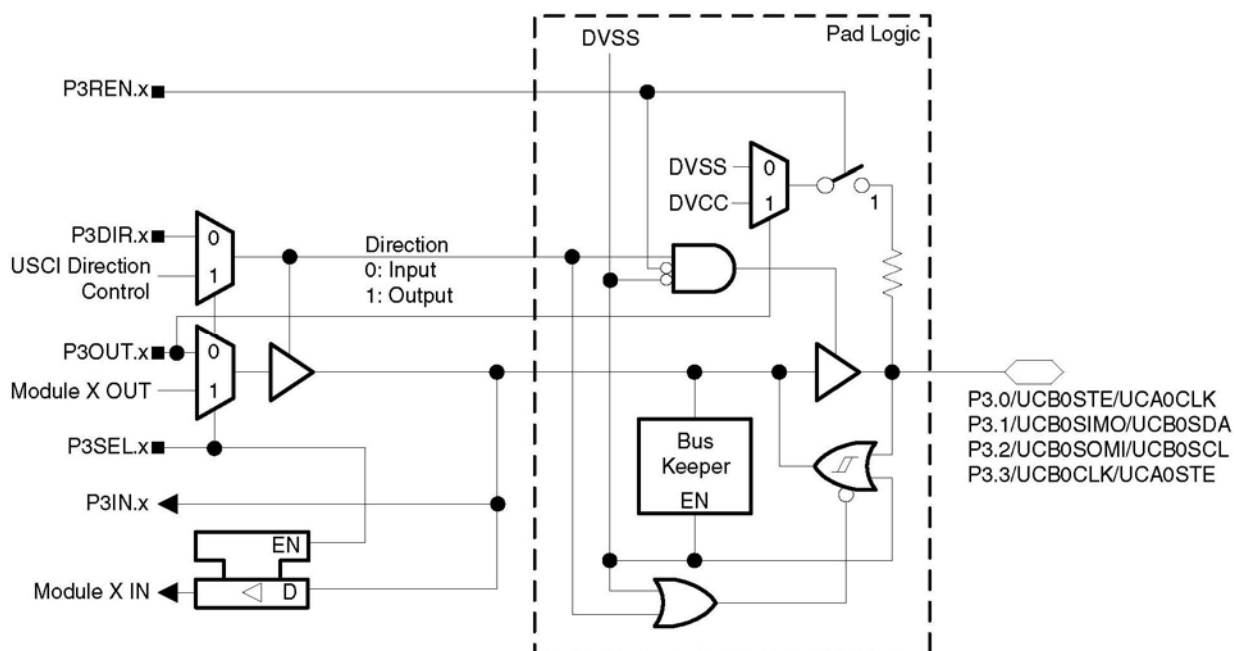
ポートP2 (P2. 4～P2. 5) 端子機能

端子名 (P2. X)	X	機 能	制御ビット／信号	
			P2DIR. x	P2SEL. x
P2. 4/ UCA0TXD/UCA0SIMO	4	P2. 4 (I/O)	I:0, 0:1	0
		UCA0TXD/UCA0SIMO (注1, 2)	X	1
P2. 5/ UCA0RXD/UCA0SOMI	5	P2. 5 (I/O)	I:0, 0:1	0
		UCA0RXD/UCA0SOMI (注1, 2)	X	1

(注1) X : 関係ありません。

(注2) 端子の方向は、USCIモジュールで制御されます。

ポートP3 (P3.0~P3.3)、シュミット・トリガ入力／出力



ポートP3 (P3.0~P3.3) 端子機能

端子名 (P3.X)	X	機 能	制御ビット／信号	
			P3DIR. x	P3SEL. x
P3.0/ UCA0CLK/UCB0STE	0	P3.0 (I/O)	I:0, 0:1	0
		UCA0CLK/UCB0STE (注1, 2, 3)	X	1
P3.1/ UCB0SIMO/ UCB0SDA	1	P3.1 (I/O)	I:0, 0:1	0
		UCB0SIMO/UCB0SDA (注1, 2, 4)	X	1
P3.2/ UCB0SOMI/ UCB0SCL	2	P3.2 (I/O)	I:0, 0:1	0
		UCB0SOMI/UCB0SCL (注1, 2, 4)	X	1
P3.3/ UCB0CLK/UCOA0STE	3	P3.3 (I/O)	I:0, 0:1	0
		UCB0CLK/UCOA0STE (注1, 2, 5)	X	1

(注1) X: 関係ありません。

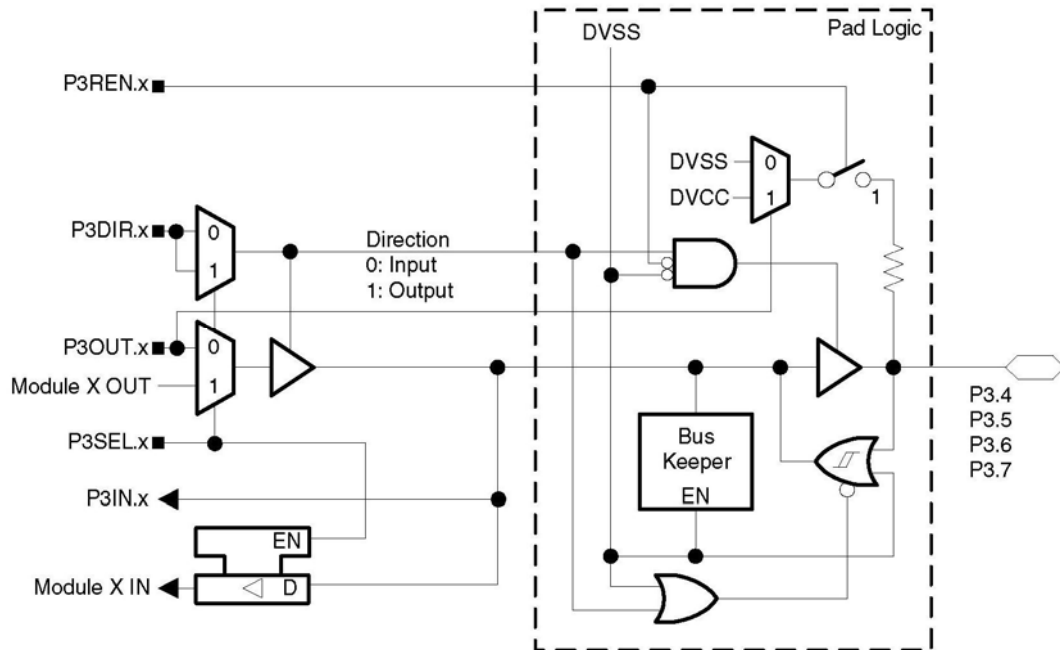
(注2) 端子の方向は、USCIモジュールで制御されます。

(注3) UCA0CLK機能は、UCB0STE機能より優先されます。この端子をUCA0CLK入力又は出力とする必要がある場合は、USCI_B0はたとえ4線SPIモードが選択されていたとしても、強制的に3線SPIモードにされます。

(注4) I2C機能が選択された場合は、出力は論理0をV_{SS}レベルに駆動するだけです。

(注5) UCB0CLK機能は、UCA0STE機能より優先されます。この端子をUCB0CLK入力又は出力とする必要がある場合は、USCI_A0はたとえ4線SPIモードが選択されていたとしても、強制的に3線SPIモードにされます。

ポートP3 (P3. 4～P3. 7)、シュミット・トリガ入力／出力

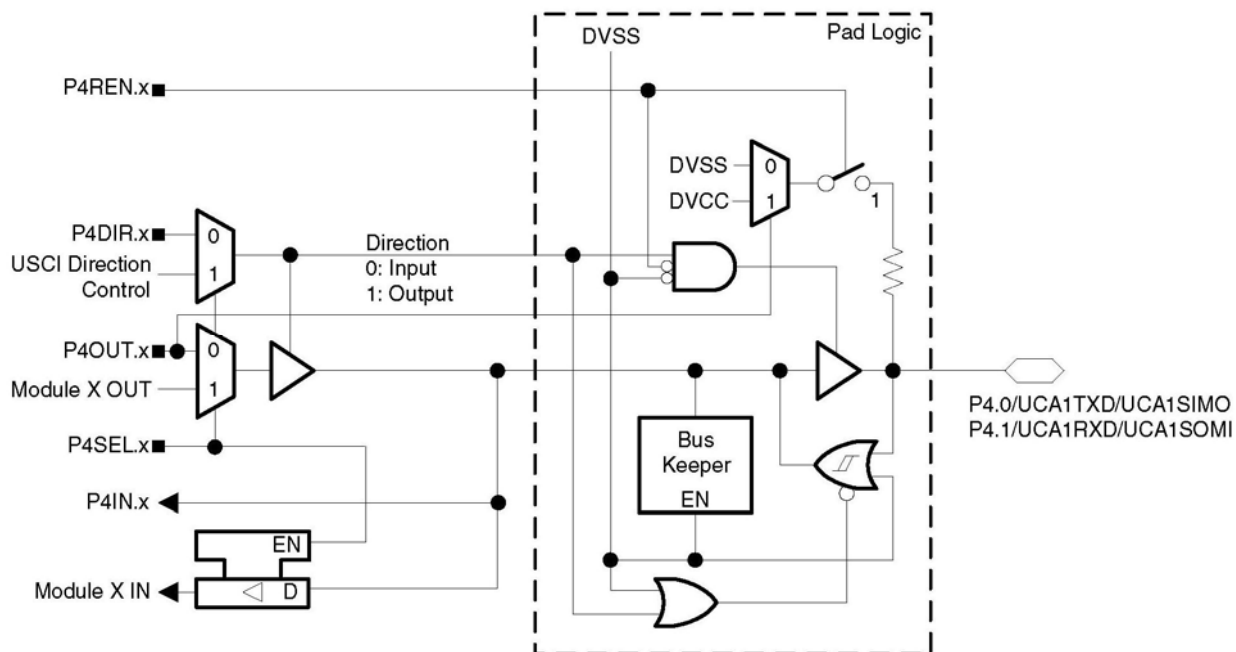


ポートP3 (P3. 4～P3. 7) 端子機能

端子名 (P3. X)	X	機 能	制御ビット／信号	
			P3DIR. x	P3SEL. x
P3. 4	4	P3. 4 (I/O)	I:0, 0:1	0
		N/A (注1)	0	1
		DVSS	1	1
P3. 5	5	P3. 5 (I/O)	I:0, 0:1	0
		N/A (注1)	0	1
		DVSS	1	1
P3. 6	6	P3. 6 (I/O)	I:0, 0:1	0
		N/A (注1)	0	1
		DVSS	1	1
P3. 7	7	P3. 7 (I/O)	I:0, 0:1	0
		N/A (注1)	0	1
		DVSS	1	1

(注1) N/A : 使用不可又は未使用

ポートP4 (P4. 0～P4. 1)、シュミット・トリガ入力／出力



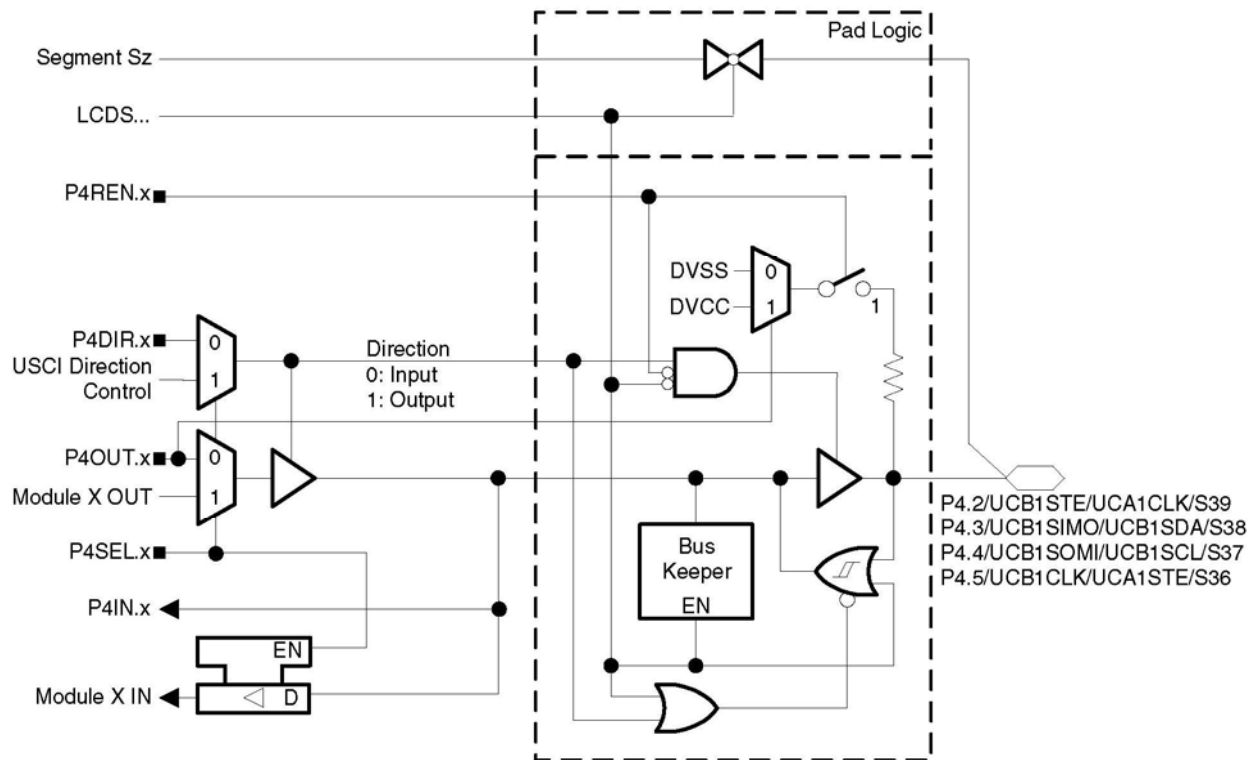
ポートP4 (P4. 0～P4. 1) 端子機能

端子名 (P4. X)	X	機 能	制御ビット／信号	
			P4DIR. x	P4SEL. x
P4. 0/ UCA1TXD/UCA1SIMO	0	P4. 0 (I/O)	I:0, 0:1	0
		UCA1TXD/UCA1SIMO (注1, 2)	X	1
P4. 1/ UCA1RXD/UCA1SOMI	1	P4. 1 (I/O)	I:0, 0:1	0
		UCA1RXD/UCA1SOMI (注1, 2)	X	1

(注1) X: 関係ありません。

(注2) 端子の方向は、USCIモジュールで制御されます。

ポートP4 (P4. 2～P4. 5)、シュミット・トリガ入力／出力



ポートP4 (P4. 2～P4. 5) 端子機能

端子名 (P4. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P4DIR. x	P4SEL. x	LCD S36
P4. 2/ UCA1CLK/UCB1STE/ S39	2	P4. 2 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		UCA1CLK/UCB1STE (注1, 2, 3)	X	1	0
		S39 (注1)	X	X	1
P4. 3/ UCB1SIMO/UCB1SDA/ S38	3	P4. 3 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		UCB1SIMO/UCB1SDA (注1, 2, 4)	X	1	0
		S38 (注1)	X	X	1
P4. 4/ UCB1SOMI/UCB1SCL/ S37	4	P4. 4 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		UCB1SOMI/UCB1SCL (注1, 2, 4)	X	1	0
		S37 (注1)	X	X	1
P4. 5/ UCB1CLK/UCB1STE/ S36	5	P4. 5 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		UCB1CLK/UCB1STE (注1, 2, 5)	X	1	0
		S36 (注1)	X	X	1

(注1) X: 関係ありません。

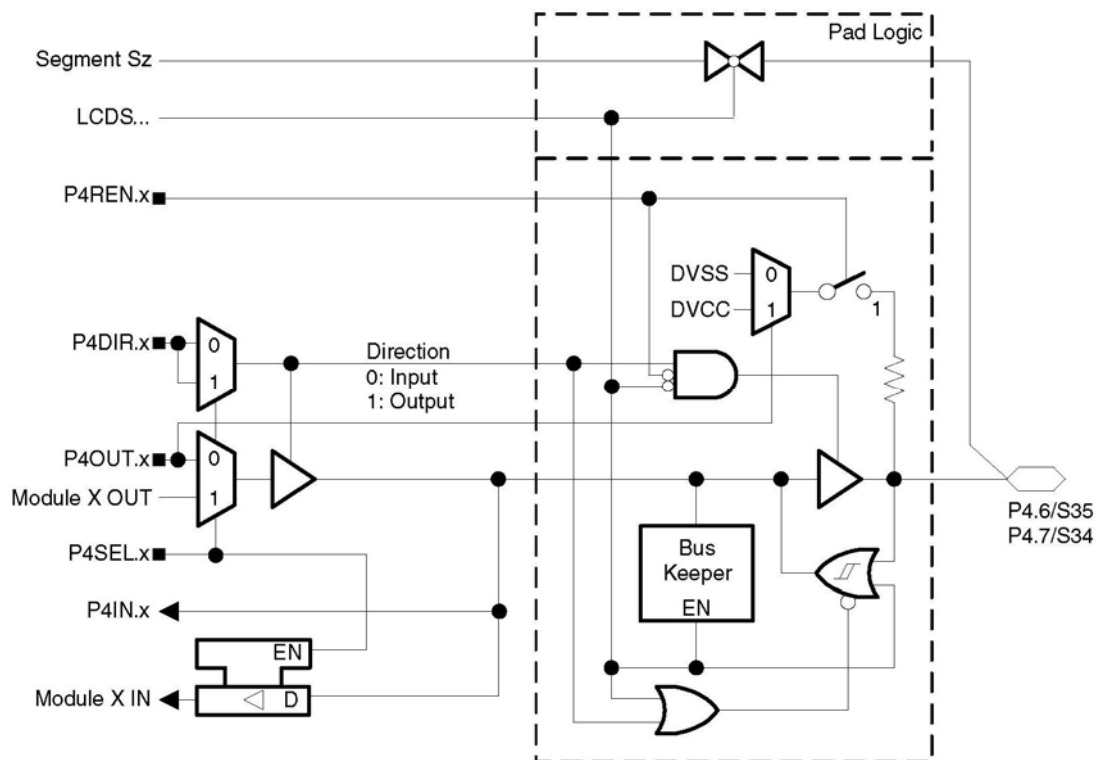
(注2) 端子の方向は、USCIモジュールで制御されます。

(注3) UCA1CLK機能は、UCB1STE機能より優先されます。この端子をUCA1CLK入力又は出力とする必要がある場合は、USCI_B1はたとえ4線SPIモードが選択されていたとしても、強制的に3線SPIモードにされます。

(注4) I2C機能が選択された場合は、出力は論理0をV_{SS}レベルに駆動するだけです。

(注5) UCB1CLK機能は、UCA1STE機能より優先されます。この端子をUCB1CLK入力又は出力とする必要がある場合は、USCI_A1はたとえ4線SPIモードが選択されていたとしても、強制的に3線SPIモードにされます。

ポートP4 (P4. 6～P4. 7)、シュミット・トリガ入力／出力

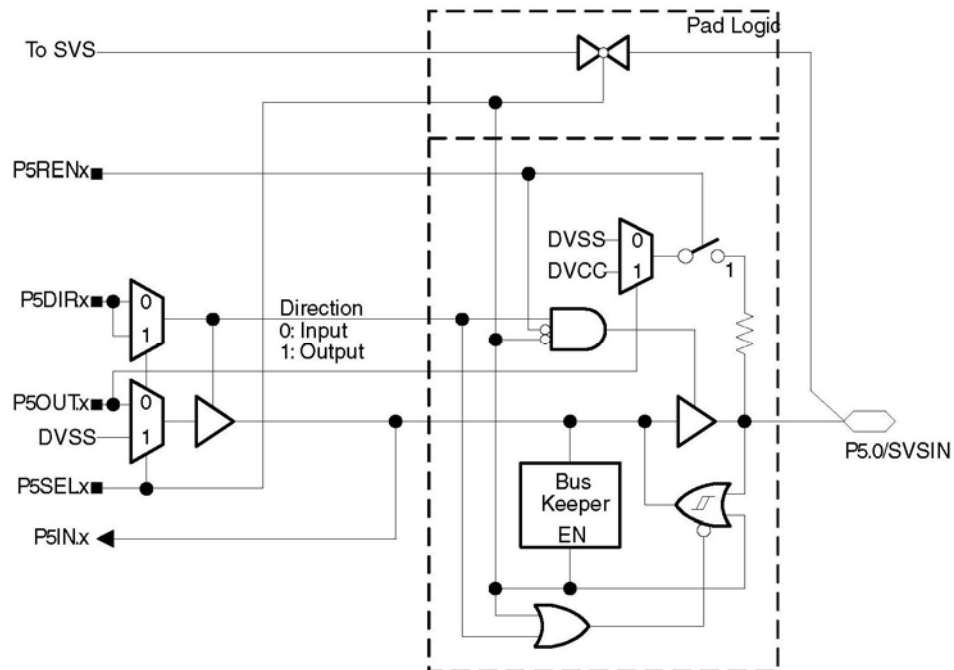


ポートP4 (P4. 6～P4. 7) 端子機能

端子名 (P4. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P4DIR. x	P4SEL. x	LCDS32
P4. 6/S35	6	P4. 6 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S35 (注1)	X	X	1
P4. 7/S34	7	P4. 7 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S34 (注1)	X	X	1

(注1) X : 関係ありません。

ポートP5 (P5. 0)、シュミット・トリガ入力／出力



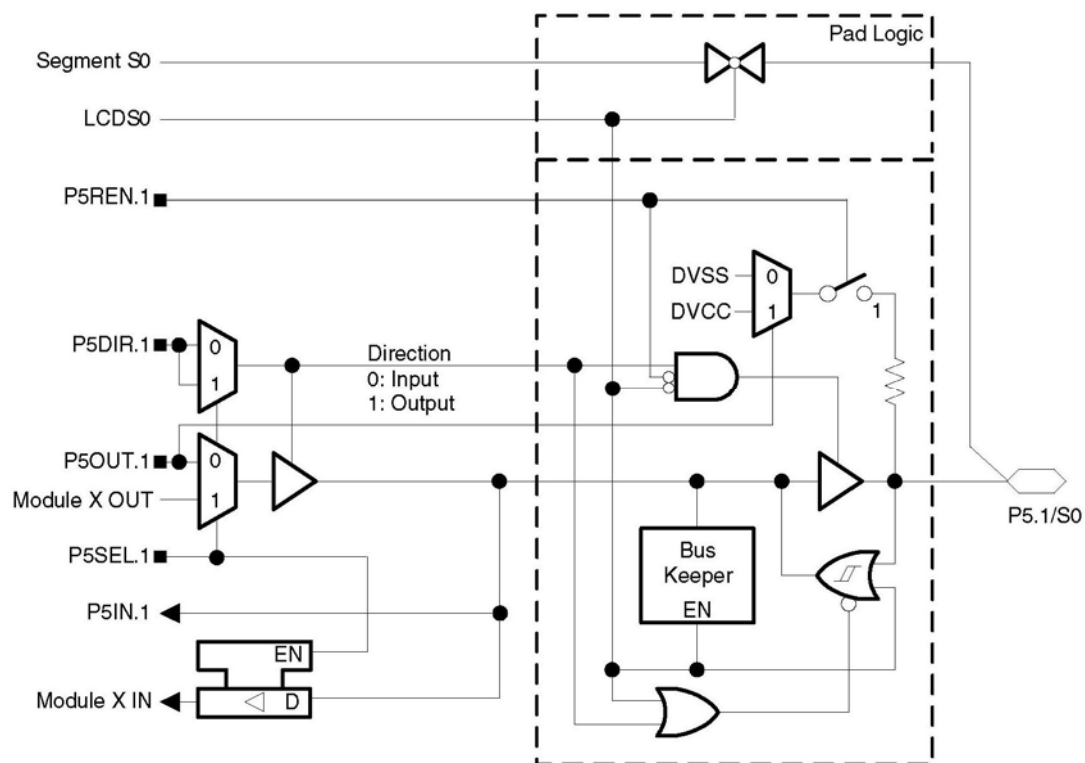
ポートP5 (P5. 0)端子機能

端子名 (P5. X)	X	機 能	制御ビット／信号	
			P5DIR. x	P5SEL. x
P5. 0/SVSIN	0	P5. 0 (1/0)	I:0, 0:1	0
		SVSIN (注1, 2)	X	1

(注1) X : 関係ありません。

(注2) P5SEL. xビットを設定すると、アナログ信号を印加した場合に寄生貫通電流を防止するため、入力シュミット・トリガと同様に出力ドライバはディスエーブルとなります。

ポートP5 (P5. 1)、シュミット・トリガ入力／出力



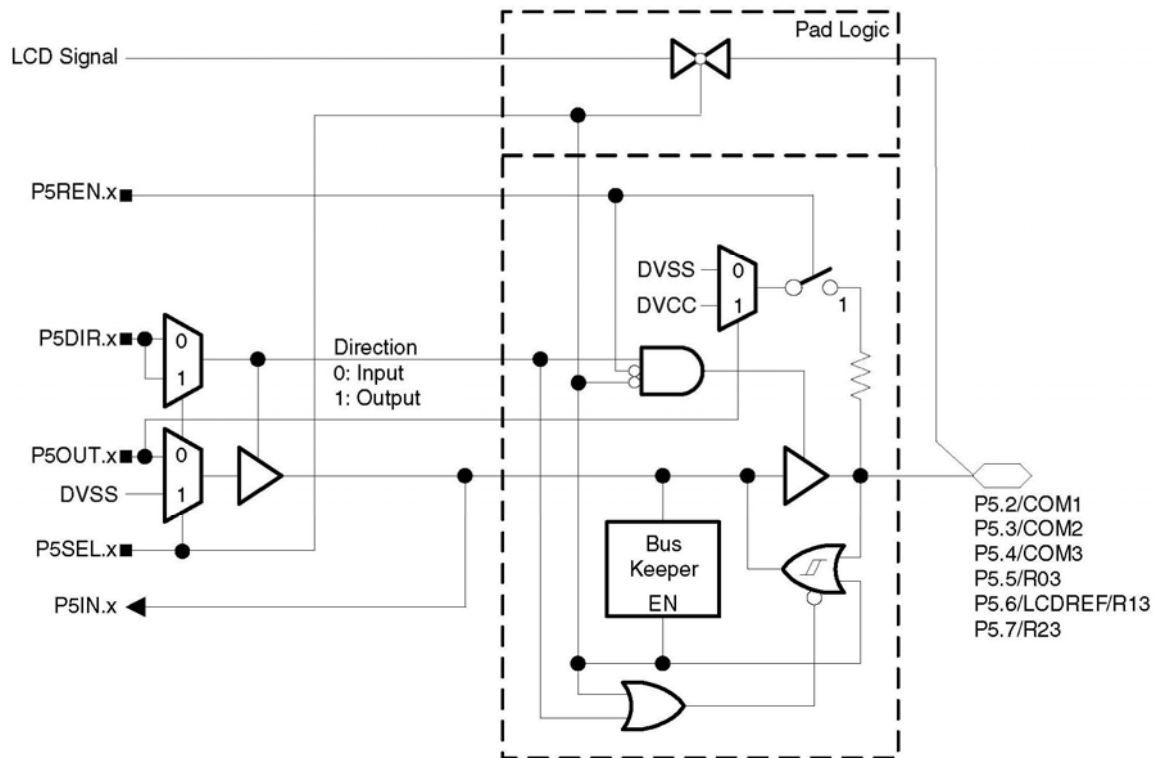
ポートP5 (P5. 1) 端子機能

端子名 (P5. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P5DIR. x	P5SEL. x	LCDS0
P5. 1/S0	1	P5. 1 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		N/A (注2)	0	1	0
		DVSS	1	1	0
		S0 (注1)	X	X	1

(注1) X : 関係ありません。

(注2) N/A : 使用不可又は未使用

ポートP5 (P5. 2～P5. 7)、シュミット・トリガ入力／出力



ポートP5 (P5. 2～P5. 7) 端子機能

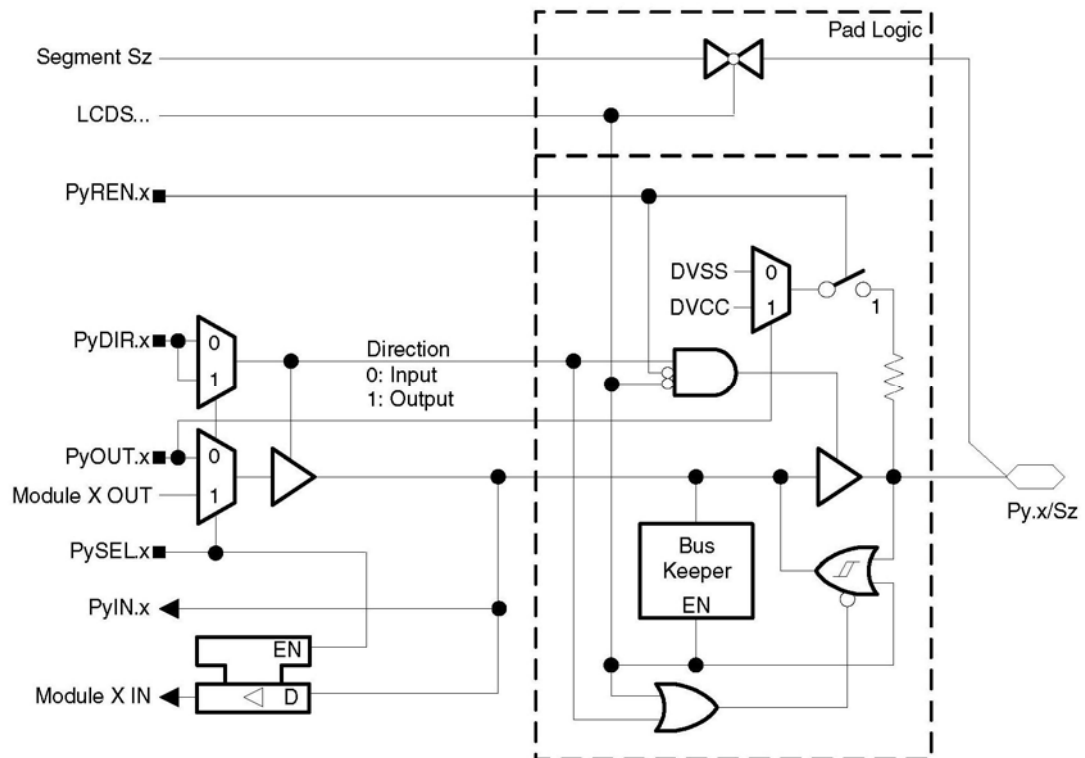
端子名 (P5. X)	X	機 能	制御ビット／信号	
			P5DIR. x	P5SEL. x
P5. 2/COM1	2	P5. 2 (I/O)	I:0, 0:1	0
		COM1 (注1, 2)	X	1
P5. 3/COM2	3	P5. 3 (I/O)	I:0, 0:1	0
		COM2 (注1, 2)	X	1
P5. 4/COM3	4	P5. 4 (I/O)	I:0, 0:1	0
		COM3 (注1, 2)	X	1
P5. 5/R03	5	P5. 5 (I/O)	I:0, 0:1	0
		R03 (注1, 2)	X	1
P5. 6/LCDREF/R13	6	P5. 6 (I/O)	I:0, 0:1	0
		R13又はLCDREF (注1, 2, 3)	X	1
P5. 7/R23	7	P5. 7 (I/O)	I:0, 0:1	0
		R23 (注1, 2)	X	1

(注1) X: 関係ありません。

(注2) P5SEL. xビットを設定すると、アナログ信号を印加した場合に寄生貫通電流を防止するため、入力シュミット・トリガと同様に出力ドライバはディスエーブルとなります。

(注3) VLCDREFx = 01の時、LCD_Aチャージ・ポンプの外部基準電圧が印加されます。それ以外はR13が選択されます。

ポートP7~P10、シュミット・トリガ入力／出力



ポートP7 (P7. 0～P7. 1) 端子機能

端子名 (P7. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P7DIR. x	P7SEL. x	LCDS32
P7. 0/S33	0	P7. 0 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S33 (注1)	X	X	1
P7. 1/S32	1	P7. 1 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S32 (注1)	X	X	1

(注1) X : 関係ありません。

ポートP7 (P7. 4～P7. 5) 端子機能

端子名 (P7. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P7DIR. x	P7SEL. x	LCDS28
P7. 2/S31	2	P7. 2 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S31 (注1)	X	X	1
P7. 3/S30	3	P7. 3 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S30 (注1)	X	X	1
P7. 4/S29	4	P7. 4 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S29 (注1)	X	X	1
P7. 5/S28	5	P7. 5 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S28 (注1)	X	X	1

(注1) X : 関係ありません。

ポートP7 (P7. 6～P7. 7) 端子機能

端子名 (P7. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P7DIR. x	P7SEL. x	LCDS24
P7. 6/S27	6	P7. 6 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S27 (注1)	X	X	1
P7. 7/S26	7	P7. 7 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S26 (注1)	X	X	1

(注1) X : 関係ありません。

ポートP8 (P8. 0～P8. 1) 端子機能

端子名 (P8. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P8DIR. x	P8SEL. x	LCDS24
P8. 0/S25	0	P8. 0 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S25 (注1)	X	X	1
P8. 1/S24	1	P8. 1 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S24 (注1)	X	X	1

(注1) X : 関係ありません。

ポートP8 (P8. 2～P8. 5) 端子機能

端子名 (P8. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P8DIR. x	P8SEL. x	LCDS20
P8. 2/S23	2	P8. 2 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S23 (注1)	X	X	1
P8. 3/S22	3	P8. 3 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S22 (注1)	X	X	1
P8. 4/S21	4	P8. 4 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S21 (注1)	X	X	1
P8. 5/S20	5	P8. 5 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S20 (注1)	X	X	1

(注1) X : 関係ありません。

ポートP8 (P8. 6～P8. 7) 端子機能

端子名 (P8. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P8DIR. x	P8SEL. x	LCDS16
P8. 6/S19	6	P8. 6 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S19 (注1)	X	X	1
P8. 7/S18	7	P8. 7 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S18 (注1)	X	X	1

(注1) X : 関係ありません。

ポートP9 (P9. 0～P9. 1) 端子機能

端子名 (P9. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P9DIR. x	P9SEL. x	LCDS16
P9. 0/S17	0	P9. 0 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S17 (注1)	X	X	1
P9. 1/S16	1	P9. 1 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S16 (注1)	X	X	1

(注1) X : 関係ありません。

ポートP9 (P9. 2～P9. 5) 端子機能

端子名 (P9. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P9DIR. x	P9SEL. x	LCDS12
P9. 2/S15	2	P9. 2 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S15 (注1)	X	X	1
P9. 3/S14	3	P9. 3 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S14 (注1)	X	X	1
P9. 4/S13	4	P9. 4 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S13 (注1)	X	X	1
P9. 5/S12	5	P9. 5 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S12 (注1)	X	X	1

(注1) X : 関係ありません。

ポートP9 (P9. 6～P9. 7) 端子機能

端子名 (P9. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P9DIR. x	P9SEL. x	LCDS8
P9. 6/S11	6	P9. 6 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S11 (注1)	X	X	1
P9. 7/S10	7	P9. 7 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S10 (注1)	X	X	1

(注1) X : 関係ありません。

ポートP10 (P10. 0～P10. 1) 端子機能

端子名 (P10. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P10DIR. x	P10SEL. x	LCDS8
P10. 0/S9	0	P10. 0 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S9 (注1)	X	X	1
P10. 1/S8	1	P10. 1 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S8 (注1)	X	X	1

(注1) X: 関係ありません。

ポートP10 (P10. 2～P10. 5) 端子機能

端子名 (P10. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P10DIR. x	P10SEL. x	LCDS4
P10. 2/S7	2	P10. 2 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S7 (注1)	X	X	1
P10. 3/S6	3	P10. 3 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S6 (注1)	X	X	1
P10. 4/S5	4	P10. 4 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S5 (注1)	X	X	1
P10. 5/S4	5	P10. 5 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S4 (注1)	X	X	1

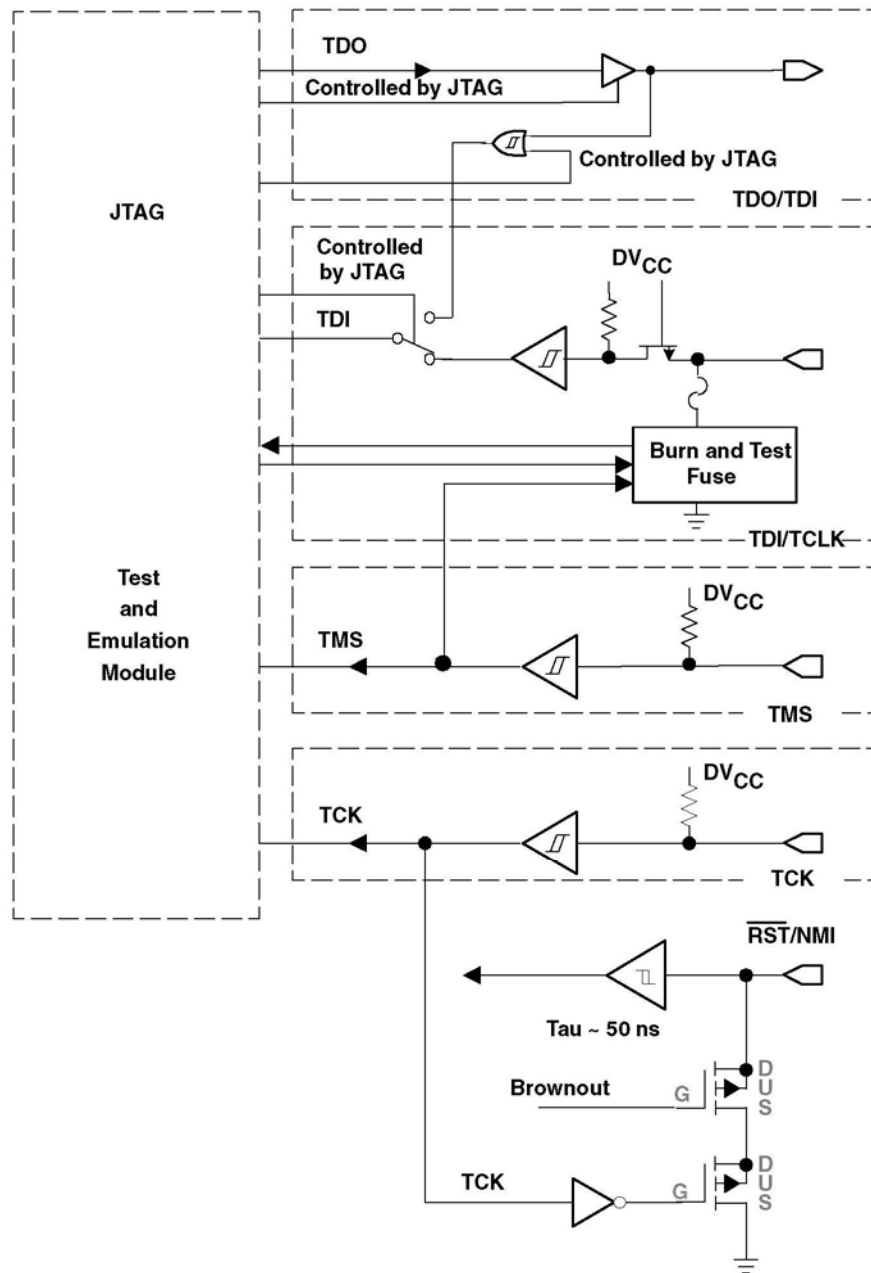
(注1) X: 関係ありません。

ポートP10 (P10. 6～P10. 7) 端子機能

端子名 (P10. X)	X	機 能	制御ビット／信号		
			P10DIR. x	P10SEL. x	LCDS0
P10. 6/S3	6	P10. 6 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S3 (注1)	X	X	1
P10. 7/S2	7	P10. 7 (I/O)	I:0, 0:1	0	0
		S2 (注1)	X	X	1

(注1) X: 関係ありません。

JTAG端子 (TMS, TCK, TDI/TCLK, TDO/TDI)、シュミット・トリガ入力／出力又は出力



JTAG ヒューズ・チェック・モード

MSP430デバイスは、TDI/TCLK端子上にヒューズを持っており、パワー・オン・リセット(POR)直後の一回目にJTAGにアクセスしてヒューズの導通をテストするヒューズ・チェック・モードを装備しています。機能させている場合、ヒューズが切られていなければ、3 Vで1 mAの $I_{(TF)}$ ヒューズ・チェック電流がTDI/TCLK端子からグラウンドに流れます。誤ってヒューズ・チェック・モードを起動させたり、システムの総消費電流を増加させたりしないよう注意して下さい。

パワーアップの後のTMS端子の最初の下降エッジを伴って、又はTMS端子がローに保持された状態でのパワーアップ後、ヒューズ・チェック・モード機能が起動します。次のTMS端子の上昇エッジでヒューズ・チェック・モードを停止します。停止後、ヒューズ・チェック・モードは、次のPORが発生するまで休止します。各POR後に、ヒューズ・チェック・モードが動作することになります。

ヒューズ・チェック電流は、ヒューズ・チェック・モードが動作していて、TMS端子がロー状態(図27参照)の時のみに発生します。従って、TMS端子をハイ(初期設定条件)にすることにより、電流の流出を防止することができます。JTAG端子は内部で終端されているので、外部での終端は必要ありません。

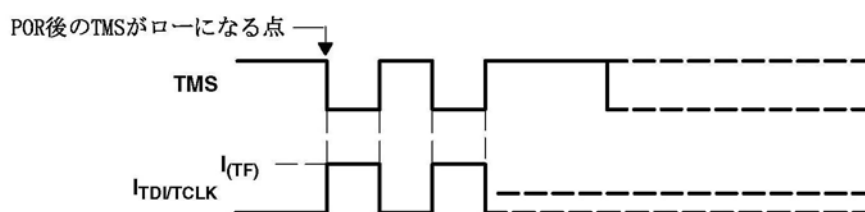


図27. ヒューズ・チェック・モード電流

データ・シート・リビジョン履歴

資料番号	概 要
SLAS545	暫定データ・シート・リリース
SLAS545A	量産データ・シート・リリース
SLAS545B	2ページに開発ツール・サポートのセクションを追加。 36ページのXT1周波数範囲を、電源電圧範囲に従って分割。 36ページのLFXT1、低周波数モード特性にパラメータ $f_{LFXT1, LF, logic}$ を追加。

注：ページ及び図番号は、それぞれの文書リビジョンでの番号を示し、他のリビジョンにおいては異なることがあります。

パッケージ情報

Orderable Device	Status ⁽¹⁾	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan ⁽²⁾	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp ⁽³⁾
MSP430F4783IPZ	ACTIVE	LQFP	PZ	100	90	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-3-260C-168 HR
MSP430F4783IPZR	ACTIVE	LQFP	PZ	100	1000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-3-260C-168 HR
MSP430F4784IPZ	ACTIVE	LQFP	PZ	100	90	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-3-260C-168 HR
MSP430F4784IPZR	ACTIVE	LQFP	PZ	100	1000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-3-260C-168 HR
MSP430F4793IPZ	ACTIVE	LQFP	PZ	100	90	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-3-260C-168 HR
MSP430F4793IPZR	ACTIVE	LQFP	PZ	100	1000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-3-260C-168 HR
MSP430F4794IPZ	ACTIVE	LQFP	PZ	100	90	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-3-260C-168 HR
MSP430F4794IPZR	ACTIVE	LQFP	PZ	100	1000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-3-260C-168 HR

⁽¹⁾ The marketing status values are defined as follows:

ACTIVE: Product device recommended for new designs.

LIFEBUY: TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

NRND: Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

PREVIEW: Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

OBsolete: TI has discontinued the production of the device.

⁽²⁾ Eco Plan - The planned eco-friendly classification: Pb-Free (RoHS), Pb-Free (RoHS Exempt), or Green (RoHS & no Sb/Br) - please check <http://www.ti.com/productcontent> for the latest availability information and additional product content details.

TBD: The Pb-Free/Green conversion plan has not been defined.

Pb-Free (RoHS): TI's terms "Lead-Free" or "Pb-Free" mean semiconductor products that are compatible with the current RoHS requirements for all 6 substances, including the requirement that lead not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, TI Pb-Free products are suitable for use in specified lead-free processes.

Pb-Free (RoHS Exempt): This component has a RoHS exemption for either 1) lead-based flip-chip solder bumps used between the die and package, or 2) lead-based die adhesive used between the die and leadframe. The component is otherwise considered Pb-Free (RoHS compatible) as defined above.

Green (RoHS & no Sb/Br): TI defines "Green" to mean Pb-Free (RoHS compatible), and free of Bromine (Br) and Antimony (Sb) based flame retardants (Br or Sb do not exceed 0.1% by weight in homogeneous material)

⁽³⁾ MSL, Peak Temp. -- The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

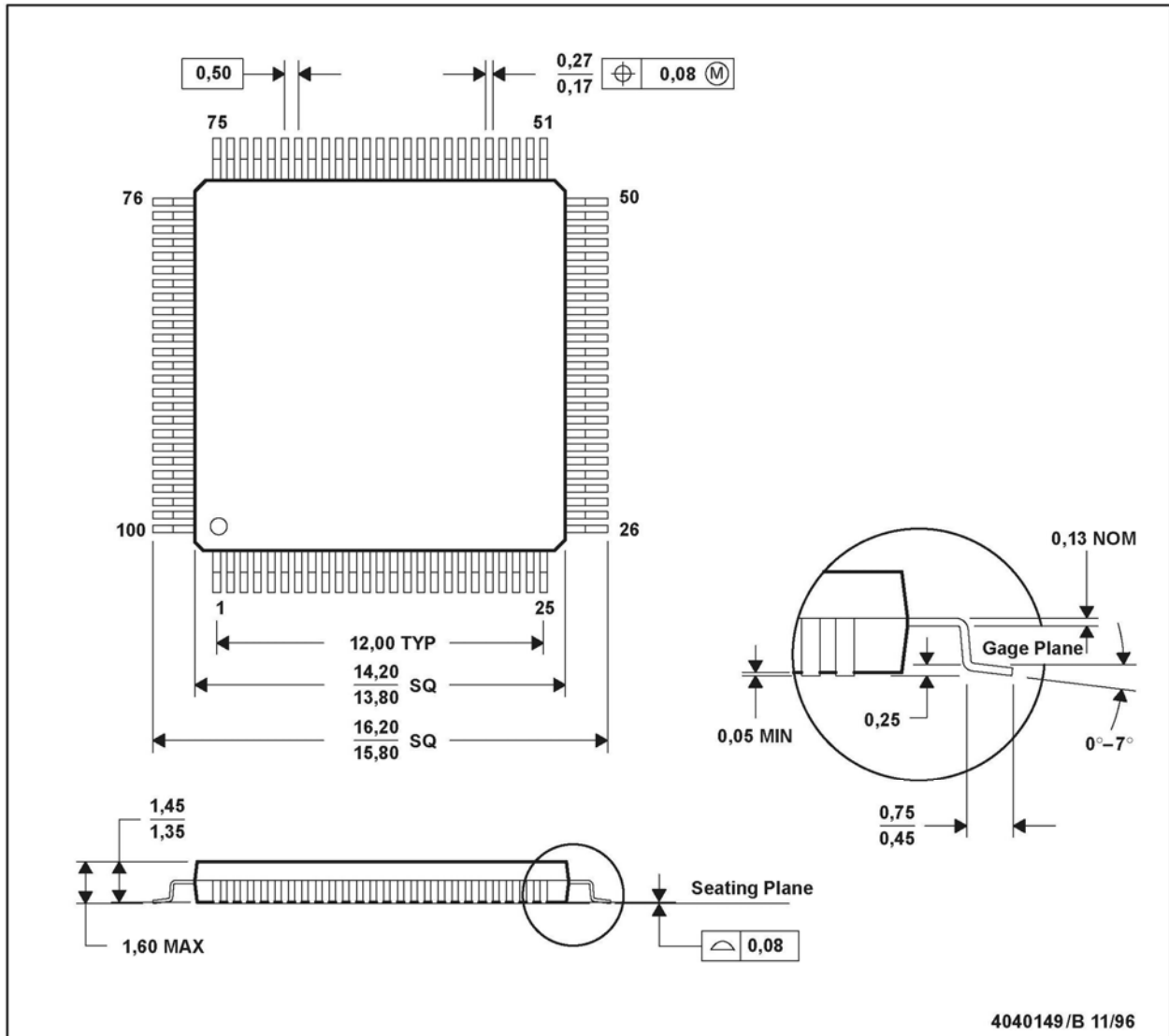
Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

機械的データ

PZ (S-PQFP-G100)

PLASTIC QUAD FLATPACK



(注A) すべての寸法の単位はmmです。

(注B) この図面は予告なく変更されることがあります。

(注C) JEDEC MS-026に準拠します。

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといいます)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIJは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIJは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製品部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製品部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定されうる危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIJは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIJにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIJは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIJは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIJがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIJが特別に指定した製品である場合は除きます。TIJが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIJが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIJがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIJは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2009, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気
 - 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
 - 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
 - マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
 - 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。
2. 温・湿度環境
 - 温度：0～40℃、相対湿度：40～85％で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上